

DAVID VIEIRA LIMA

**LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS PARA A CULTURA DA SOJA  
(*Glycine max*) E PARA O BRAQUIARÃO (*Brachiaria brizantha*)  
EM LATOSSOLOS SOB CERRADO DA REGIÃO DE CUIABÁ-MT.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras-MG, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. VALDEMAR FAQUIN

LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL

1995

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E  
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Lima, David Vieira

Limitações nutricionais para a cultura da soja (*Glycine max*) e para o braquiário (*Brachiaria brizantha*) em latossolos sob cerrado da região de Cuiabá-MT/David Vieira Lima.--Lavras : UFLA, 1995.

102 p. : il.

Orientador: Valdemar Faquin.  
Dissertação (Mestrado) - UFLA.

**Bibliografia.**

1. Soja - Nutrição mineral. 2. Braquiário. 3. Crescimento. 4. Solo de cerrado. 5. Latossolo. 6. *Brachiaria brizantha*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

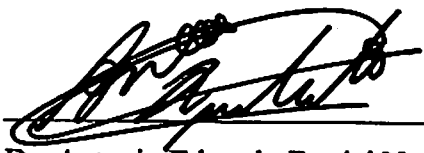
CDD-633.208891

DAVID VIEIRA LIMA

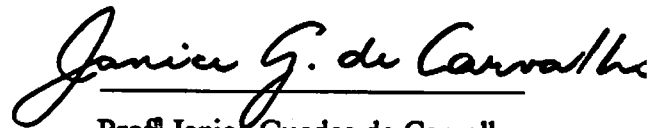
**LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS PARA A CULTURA DA SOJA (*Glycine max*) E PARA O BRAQUIARÃO (*Brachiaria brizantha*) EM LATOSSOLOS SOB CERRADO DA REGIÃO DE CUIABÁ-MT.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras-MG, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

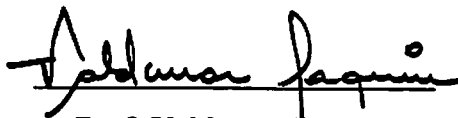
APROVADA EM: 30 de agosto de 1995.



Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto



Profª Janice Guedes de Carvalho



Prof. Valdemar Faquin  
Orientador

A Cristo,

A Deus,

DEDICO e OFEREÇO.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA), em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade propiciada de realizar o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos e pelo investimento no projeto, fundamentais à sua consecução.

À Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá-MT, Instituição à qual sou vinculado.

Ao professor Valdemar Faquin, pela orientação segura e preciosa, mas, sobretudo, pelo apoio, compreensão, estímulo e pelo exemplo sublime de profissional e de ser humano.

A Carla Rossi, pelo auxílio prestimoso em todas as etapas do trabalho.

Aos amigos e companheiros Ataíde Batista da Silva, Josias Conceição da Silva, Elizabete da Silva e Osvaldo José de Oliveira, pelo apoio inestimável.

Ao prof. Nilton Tocicazu Higa, da FAMEV/UFMT, pelo trabalho detalhado e criterioso de classificação dos solos estudados.

A todos os professores do DCS/UFLA, que, com gratuidade e desprendimento, jamais mediram esforços para nos auxiliar em tudo que foi necessário, em todas as circunstâncias.

Aos professores Augusto Ramalho de Moraes e Nilton Curi, do Comitê de Orientação, pelo subsídio proporcionado nos trabalhos, desde sua concepção até este momento.

Ao Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto e à professora Janice Guedes de Carvalho, pelas contribuições na busca da melhor expressão desta dissertação.

Aos funcionários do DCS/UFLA e bolsistas que auxiliaram neste trabalho, pela contribuição prestada, sem a qual sua realização não seria possível.

Ao companheiro Vicente Gualberto, pelas lições de solos e de vida.

A todos os colegas da pós-graduação, pelo companheirismo, solidariedade e amizade.

À minha família, pelo apoio constante e incircunstancial.

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a consecução deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMO .....	viii
SUMMARY .....	x
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Caracterização dos solos sob cerrado.....	3
2.2 Exigências nutricionais de gramíneas forrageiras e respostas à adubação .....	4
2.3 Exigências nutricionais da soja e respostas à adubação.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1 Solos, clima e espécies vegetais .....	14
3.2 Caracterização física e química dos materiais de solos .....	15
3.3 Delineamento experimental e tratamentos .....	16
3.4 Condução dos experimentos .....	18
3.5 Parâmetros avaliados .....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 Produção de matéria seca (MS) das espécies e perfilhamento do braquiário ...	23
4.2 Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea das espécies .....	44
4.2.1 Nitrogênio .....	45
4.2.2 Fósforo .....	49
4.2.3 Potássio .....	53
4.2.4 Cálcio .....	57
4.2.5 Magnésio .....	61
4.2.6 Enxofre .....	64
4.2.7 Boro .....	67
4.2.8 Cobre .....	71
4.2.9 Manganês .....	75
4.2.10 Zinco .....	79
5 CONCLUSÕES .....	83
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
7 ANEXOS.....	94

## LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 Caracterização química e física do LE e LV, de 0 a 100 cm de profundidade, coletados na região de Cuiabá-MT .....	17
2 Caracterização e identificação dos tratamentos utilizados .....	18
3 Caracterização química do LE após a aplicação dos tratamentos e incubação, antes do plantio .....	20
4 Caracterização química do LV após a aplicação dos tratamentos e incubação, antes do plantio .....	21
5 Produção de matéria seca (g/vaso) pela parte aérea do braquiário nos três cortes e total dos cortes .....	24
6 Produção de matéria seca (g/vaso) da raiz e perfilhamento no 1º corte pelo braquiário .....	25
7 Produção de matéria seca (g/vaso) pela parte aérea da soja nos três cultivos e total dos cultivos .....	26
8 Produção de matéria seca (g/vaso) pela raiz da soja nos três cultivos e total dos cultivos .....	27
9 Teor e acumulação de nitrogênio na parte aérea do braquiário .....	46
10 Teor e acumulação de nitrogênio na parte aérea da soja .....	47
11 Teor e acumulação de fósforo na parte aérea do braquiário .....	50
12 Teor e acumulação de fósforo na parte aérea da soja .....	51
13 Teor e acumulação de potássio na parte aérea do braquiário .....	54
14 Teor e acumulação de potássio na parte aérea da soja .....	55
15 Teor e acumulação de cálcio na parte aérea do braquiário .....	58

16	Teor e acumulação de cálcio na parte aérea da soja .....	59
17	Teor e acumulação de magnésio na parte aérea do braquiário .....	62
18	Teor e acumulação de magnésio na parte aérea da soja .....	63
19	Teor e acumulação de enxofre na parte aérea do braquiário .....	65
20	Teor e acumulação de enxofre na parte aérea da soja .....	66
21	Teor e acumulação de boro na parte aérea do braquiário .....	68
22	Teor e acumulação de boro na parte aérea da soja .....	69
23	Teor e acumulação de cobre na parte aérea do braquiário .....	72
24	Teor e acumulação de cobre na parte aérea da soja .....	73
25	Teor e acumulação de manganês na parte aérea do braquiário .....	76
26	Teor e acumulação de manganês na parte aérea da soja .....	77
27	Teor e acumulação de zinco na parte aérea do braquiário .....	80
28	Teor e acumulação de zinco na parte aérea da soja .....	81

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 Produção de matéria seca total da parte aérea (soma dos três cortes) do braquiário no LE e LV .....	28
2 Produção relativa de matéria seca total pela parte aérea (soma dos três cortes) do braquiário no LE e LV .....	29
3 Produção de matéria seca total da parte aérea ( soma dos três cultivos) da soja no LE e LV .....	30
4 Produção relativa de matéria seca total pela parte aérea (soma dos três cultivos) da soja no LE e LV .....	31
5 Perfilamento após o 1 <sup>o</sup> corte do braquiário .....	33

## RESUMO

LIMA, David Vieira. **Limitações nutricionais para a cultura da soja (*Glycine max*) e para o braquiarião (*Brachiaria brizantha*) em latossolos sob cerrado da região de Cuiabá-MT.** Lavras: UFLA, 1995 (Dissertação MS - Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas)<sup>(1)</sup>.

A crescente demanda mundial de alimentos requer a busca de novas fronteiras agrícolas e, principalmente, a elevação dos níveis de produtividade das culturas. A região dos cerrados tem se mostrado viável para a consecução destes objetivos, apesar das limitações químicas de seus solos, que suscitam a necessidade da adoção de técnicas apropriadas, como o uso de corretivos e de fertilizantes e/ou introdução de espécies vegetais adaptadas às condições de solo e clima. Nas áreas cultivadas do cerrado da região de Cuiabá-MT, os solos predominantes são os Latossolos (LV e LE), que são ocupados, principalmente, com culturas anuais como a soja e o milho e pastagens nativas ou cultivadas, sendo estas últimas predominantemente do gênero *Brachiaria*.

Assim, objetivou-se no presente trabalho, através de experimentos em vasos, sob condições de casa de vegetação no DCS/UFLA, utilizando dois Latossolos representativos da região de Cuiabá-MT, avaliar as suas limitações de fertilidade ao crescimento, produção de matéria seca e nutrição mineral de uma leguminosa, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cv. Cristalina) e de uma gramínea forrageira, o braquiarião (*Brachiaria brizantha* Hochst Stapf cv. Marandu). Para tal, utilizou-se a técnica do elemento faltante, testando-se um tratamento completo e uma série de tratamentos nos quais foram feitas a omissão de um nutriente de cada vez.

Verificou-se que os solos estudados apresentam sérias limitações nutricionais, tanto para o braquiarião quanto para a soja, porquanto houve respostas aos tratamentos sobre todos os parâmetros avaliados. Os solos basicamente apresentam as mesmas limitações nutricionais, sendo

---

<sup>(1)</sup> Orientador: Prof. Valdemar Faquin; membros da banca: Prof<sup>a</sup> Janice Guedes de Carvalho e Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto.

que as diferenças observadas foram mais influenciadas pelas exigências nutricionais diferenciadas das espécies utilizadas. Para o braquiarião o P mostrou ser o nutriente mais limitante à produção de matéria seca pela parte aérea, seguido do N. Para a soja, os nutrientes mais limitantes à produção de matéria seca pela parte aérea foram o Ca e o P. Os micronutrientes mostraram-se menos limitantes, porém, sobretudo para a soja, devem ser considerados nos programas de adubações, principalmente o B, cuja deficiência foi constatada com o decorrer dos cultivos sucessivos. Em ambos os solos a calagem é uma prática essencial para ambas as espécies, sendo que para o braquiarião, seu efeito é mais como fonte de Ca e Mg do que como corretivo da acidez. O efeito dos tratamentos sobre a produção total de matéria seca da parte aérea das espécies em relação ao tratamento Completo 1, para ambos os solos, apresentou a seguinte ordem decrescente de limitação:

Braquiarião:

LE:  $-P > -S > -N > -K > -Cal > -Ca > -Mg$ , que promoveram uma produção, respectivamente, de 13, 27, 28, 37, 62, 66 e 72% daquela obtida no tratamento C1;

LV:  $-P > -N > -S > -K > -Cal > -Mg > -Ca > -Micro$ , da mesma maneira, de 17, 24, 29, 36, 60, 66, 70 e 87%.

Soja:

LE:  $-Cal > -Ca > -P > -Mg > -S > -K > -N > -Micro$ , respectivamente de 10, 11, 15, 24, 30, 57, 59 e 81%, da obtida no C1;

LV:  $-Cal > -P = -Ca > -Mg > -S > -K > -N > -Micro$ , também da mesma maneira de 10, 15, 15, 34, 38, 57, 66 e 82%, respectivamente.

## SUMMARY

### NUTRITIONAL LIMITATIONS FOR SOYBEANS (*Glycine max*) AND BRACHIARIA GRASS (*Brachiaria brizantha*) IN OXISOLS UNDER CERRADO VEGETATION FROM CUIABÁ REGION, MATO GROSSO STATE, BRAZIL.

The increasing world food demand requests the search of new agricultural frontiers and improving yields. The cerrado (Brazilian savanna) region, due to its favorable physical and topographical conditions, has been suitable for crop production, despite its unfavorable chemical characteristics (acidity and low natural soil fertility). Appropriate techniques of crop management should be adopted. These techniques include liming, corrective fertilization and introduction of tolerant varieties to soils and climatic conditions of the region. The soils prevailing in the Cuiabá cerrado region are Oxisols (Red-Yellow Latosol and Dark Red Latosol). These soils are occupied with native or cultivated pastures, corn and soybeans. The most used forage is *Brachiaria* sp., including the *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A lot of researches should be done in order to attend the formation of a set of knowledge to increase cropping and livestock productivity in the region.

Thus, this work had as objective to evaluate soil fertility limitations to brachiaria grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) and soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill cv. Cristalina], in terms of growth, dry matter yield and mineral nutrition through pot experiments and techniques of missing element in greenhouse conditions at DCS/UFLA, by utilizing two natural Oxisols representatives of the region.

The results showed that soil presented natural fertility which is extremely limiting to the good development of the brachiaria and soybeans, and that all the treatments showed responses in the evaluated parameters. Both soils showed the same tendencies in relation to these limitations.

Due to the different nutritional requirements of the species, the soils presented different nutritional limitations. The P showed to be the most limitant nutrient for brachiaria. Ca and P showed to be the most limitant for soybeans. Few limitations were found in the omission of micronutrients (B, Cu and Zn), but attention should be take in terms of soybeans micronutrients fertilization, mainly for B, because B deficiency was observed. Liming is a necessary practice in both soils, mainly for soybeans.

The decrescent order of nutritional limitations is:

Brachiaria:

LE: -P > -S > -N > -K > -Cal > -Ca > -Mg, their missing reduced total shoot dry matter production to 13, 27, 28, 37, 62, 66 and 72%, in comparison to the complete treatment (C1);

LV: -P > -N > -S > -K > -Cal > -Mg > -Ca > -Micro, of similar mode, to 17, 24, 29, 36, 60, 66, 70 and 87%.

Soybeans:

LE: -Cal > -Ca > -P > -Mg > -S > -K > -N > -Micro, their omission reducet total dry matter production to 10, 11, 15, 24, 30, 57, 59 e 81%, in comparison to C1;

LV: -Cal > -P = -Ca > -Mg > -S > -K > -N > -Micro, of same mode, to 10, 15, 15, 34, 38, 57, 66 e 82%, respectively.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população mundial, a queda proporcional da produção de grãos por habitante, a diminuição das terras aráveis por habitante, dentre outros fatores, acarretam a premente necessidade da expansão das fronteiras agrícolas e, principalmente, a elevação dos níveis de produtividade das culturas, a fim de prover os alimentos necessários à crescente demanda.

Neste contexto, a região dos cerrados, dado às suas características físicas e à sua topografia favorável, tem se revelado como propícia na consecução destes objetivos. No entanto, não se pode ignorar as condições peculiares da região, principalmente no que se refere à acidez e limitações nutricionais de seus solos. Assim, para se obter sucesso na exploração agropecuária desta região, é necessário a adoção de técnicas apropriadas, tais como o uso de corretivos e de fertilizantes e/ou introdução de espécies vegetais adaptadas às suas condições de solo e clima.

Na região de Cuiabá-MT, inserida na área dos cerrados, os Latossolos Vermelho Amarelo (LV) e Vermelho Escuro (LE) são predominantes nas áreas cultivadas. A atividade agropecuária nesta região é intensa, com exploração de culturas anuais como a soja e o milho, e da pecuária, instalada sobre pastagens nativas ou cultivadas, sendo estas últimas, predominantemente de gramíneas do gênero *Brachiaria*, notadamente o braquiário (*Brachiaria brizantha*). Embora os agropecuaristas sejam receptivos à adoção de tecnologias, a região carece de maiores informações da pesquisa, a respeito das principais limitações nutricionais dos seus solos, da dinâmica dos nutrientes e da resposta das culturas, advindas de suas necessidades nutricionais, a fim de se adequar as práticas corretivas da calagem e da adubação.

Assim, objetivou-se no presente trabalho, através de experimentos em vasos, sob condições de casa de vegetação, utilizando dois Latossolos representativos da região de Cuiabá-

MT, avaliar as suas limitações de fertilidade ao crescimento, produção de matéria seca e nutrição mineral de uma leguminosa, a soja e de uma gramínea forrageira, o braquiário. Os resultados obtidos criarão uma base de informações, para futuros estudos de manejo da fertilidade destes solos sob condições de campo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização dos solos sob cerrado.

O Brasil possui 182,9 milhões de hectares de solos de cerrado, aproximadamente 20% de sua área total, a maior parte concentrada na região Centro-Oeste, estendendo-se ainda para o Nordeste e abrangendo partes das regiões Norte e Sudeste. Nesta região, dentre as classes de solos que ocorrem, os latossolos são os principais, ocupando mais da metade da área total (EMBRAPA, 1978; EMBRAPA, 1981).

Os Latossolos, amplamente estudados por diversos autores (Lopes, 1975; Cordeiro, 1977; Lopes, 1977; Fernandes, Resende e Rezende, 1978; EMBRAPA/SNLCS, 1981; Resende, 1982; Curi, 1983; Lopes, 1983; Carmo, Curi e Resende, 1984; Curi e Franzmeier, 1984; Resende, Santana e Rezende, 1984; Curi e Franzmeier, 1987; Ferreira, 1988; Resende, Curi e Santana, 1988; Curi et al., 1990), são solos minerais não hidromórficos, apresentando seqüência de horizontes A-Bw-C, cronologicamente velhos, profundos, altamente intemperizados, geralmente distróficos (ressalvando-se a existência de latossolos eutróficos, sob algumas condições específicas), álicos, ricos em sesquióxidos de Fe e Al, com argila de baixa atividade, de baixa capacidade de troca catiônica (CTC), com grande diversidade de material de origem, composição mineralógica e textural. Têm em geral poucas limitações físicas e severas limitações químicas, dado à sua elevada acidez e baixa fertilidade natural, representada pelos reduzidos teores de bases trocáveis (cálcio, magnésio e potássio), de micronutrientes e de fósforo e ainda pela alta saturação por alumínio.

As propriedades físicas e a topografia normalmente adequada têm propiciado a expansão da fronteira agrícola brasileira para a região dos cerrados (Malavolta e Kliemann, 1985), não se

constituindo em fatores limitantes à produção agrícola. As limitações físicas restringem-se geralmente à baixa capacidade de retenção de água de muitos latossolos e à alta susceptibilidade à erosão e compactação de muitos podzólicos com textura arenosa na camada superficial (Ferrari Neto, 1991).

Dados climáticos de algumas regiões de cerrado evidenciam que, em geral, a temperatura, insolação e radiação solar não são fatores limitantes para a agricultura, ao longo do ano (Goedert, Lobato e Wagner, 1980). Entretanto, a ocorrência de uma pronunciada estação seca, que se prolonga, geralmente, de abril a setembro, é uma severa limitação às culturas anuais de sequeiro e nesta época praticamente somente culturas anuais irrigadas podem ser exploradas (Lopes, 1983). Resende (1988) destaca que na porção mais central do Brasil há uma variação estacional muito pronunciada na disponibilidade de água do solo, havendo inclusive os chamados "veranicos" dentro da própria estação chuvosa, o que acarreta grandes variações na produção das plantas de sistema radicular mais superficial.

De acordo com Sentis (1993), no Brasil, as limitações para o desenvolvimento agrícola das terras se derivam da baixa fertilidade intrínseca e elevada acidez de seus solos e menos por limitações climáticas ou topográficas.

Os principais fatores limitantes nos solos da América Tropical, local onde se inserem os solos sob cerrado, foram levantados por Sanchez e Salinas (1981) e pode-se destacar que há a presença de Al tóxico em mais da metade da área total da América Tropical, e que as deficiências dos nutrientes nitrogênio e fósforo, são as de ocorrência mais generalizada e acentuada, sendo que o fósforo, além de apresentar-se deficiente em 82% da área total, em 53% dos solos desta área sofre elevada fixação. Ressalta-se ainda que os nutrientes K, S, Zn, Ca, Mg estão deficientes, respectivamente, em 54, 51, 50, 49 e 49% da área total.

## **2.2 Exigências nutricionais de gramíneas forrageiras e respostas à adubação**

A importância dos nutrientes para o estabelecimento e produtividade de pastagens tem sido largamente estudada. Devido às características dos solos sob cerrado, há necessidade de praticamente se "construir" a fertilidade destes solos, com ênfase especial à calagem e à adubação fosfatada, para a obtenção das produtividades ideais (Lopes, 1983).

A adubação é importante não somente pelos seus reflexos sobre o rendimento das forrageiras mas também pelos seus efeitos sobre o tempo de manutenção das pastagens, cobertura do solo (dificultando o aparecimento de plantas invasoras) e resistência a secas, geadas, pragas e doenças, sendo que as gramíneas forrageiras, de modo geral, apresentam elevado potencial de resposta à adubação, o qual varia com o grau de exigência da espécie (Pereira, 1986).

Exigência nutricional, é uma expressão que se refere às quantidades de macro e micronutrientes que uma cultura retira do solo, do adubo ou do ar (caso do N fixado biologicamente), para atender às suas necessidades, crescer e produzir adequadamente (Malavolta, 1976). Para as gramíneas forrageiras, de maneira geral, para diferentes espécies (Haag, Bose e Andrade, 1967; Werner e Haag, 1972; Carriel et al., 1989; Morikawa, 1993; Faquin et al., 1994), a seqüência decrescente de exigência nutricional para os macronutrientes é:  $N > K > Ca > P > Mg > S$  e para os micronutrientes:  $Mn > Fe > Zn > B > Cu$ , embora possam ser encontradas algumas diferenças entre as espécies. Especificamente para o braquiário, Morikawa (1993) encontrou a seqüência acima citada. As quantidades exigidas, também envolvendo diferentes gramíneas forrageiras, são citadas (Malavolta, 1976 e 1980), para os macronutrientes (kg/ha): N: 200-300; P: 30-70; K: 200-500; Ca: 50-150; Mg: 40-100; S: 20-75, e para os micronutrientes (g/ha): B: 250-700; Cu: 300-600; Fe: 5.000-10.000; Mn: 1.000-3.000 e Zn: 900-1.500.

O nitrogênio, devido às suas funções estruturais, exerce um papel de vital importância na nutrição mineral das gramíneas, tendo destacada influência no seu crescimento e qualidade da forragem. De acordo com Corsi (1986), a adubação nitrogenada possibilita um crescimento mais acelerado e maior produção de matéria seca, propiciando assim maior freqüência de cortes e material de melhor digestibilidade.

Há um grande número de trabalhos que comprovam a resposta das gramíneas forrageiras à adubação nitrogenada, sendo essa resposta avaliada através de diferentes parâmetros, como a produção de matéria seca, teor protéico e número de perfilhos (Morikawa, 1993). Segundo Boin, (1986), a produção de matéria seca das gramíneas em resposta à adubação nitrogenada em níveis crescentes, dentro de limites, é praticamente linear e varia em função do potencial genético das diferentes espécies, da freqüência de cortes e das condições climáticas. Malavolta et al. (1974) reportam que o potencial de resposta dos capins tropicais ao nitrogênio é de cerca de 1600 kg/ha/ano, havendo porém, queda da eficiência de utilização a partir de 300 kg/ha/ano.

Respostas positivas, em explorações intensivas, a até 800 kg N/ha/ano, foram relatadas por Fernandes e Rossiello (1986), recomendando-se que a aplicação de N seja feita por ocasião do estabelecimento das pastagens e nos períodos de rebrota. Pesquisadores do CIAT (1979) obtiveram respostas positivas à adubação nitrogenada para *A. gayanus* 621, *B. decumbens* 606 e *M. minutiflora*, a doses que variaram de 75 a 225 kg/ha, durante a estação chuvosa.

Avaliando a resposta de *B. decumbens* a quatro níveis de N (0, 100, 200 e 400 kg/ha/ano) e três níveis de K (0, 75 e 150 kg/ha/ano), Carvalho et al. (1990) verificaram efeito positivo da adubação nitrogenada na produção de matéria seca, o qual, foi dependente da aplicação de K. Este fato mostra a necessidade do equilíbrio das adubações, quando se deseja atingir altas produtividades da pastagem.

O fósforo é o nutriente cuja deficiência é mais acentuada e generalizada na maioria dos solos utilizados para pastagens no Brasil (Pereira, 1986) e tem sido objeto de inúmeros trabalhos de pesquisa, tanto em gramíneas quanto em leguminosas forrageiras.

Malavolta et al. (1974), relatam que a falta de P no solo acarreta o aparecimento, no campo, de espaços vazios que são ocupados por espécies invasoras menos exigentes. Além disso reduz o desenvolvimento das plantas e a concentração de P na matéria seca, provocando severos prejuízos nutricionais aos animais que as consomem.

Trabalhando com um Latossolo Amarelo de baixa fertilidade de Belém-PA, Serrão et al. (1971) constataram, através da técnica do elemento faltante, após oito cortes, que o P foi o nutriente mais limitante à produção de matéria seca por *B. decumbens*.

Guss, Gomide e Novais (1990), analisando a exigência de P para o estabelecimento de quatro espécies de braquiária (*B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *B. humidicola*), verificaram que, apesar de todas terem respondido até a dose de 180 mg P/dm<sup>3</sup> de solo no primeiro corte e de 90 mg P/dm<sup>3</sup> no segundo, a *B. ruziziensis* e a *B. humidicola*, apresentaram respectivamente o maior e o menor potencial de resposta ao P. Os níveis críticos de P no solo (extraído pelo Mehlich-1) oscilaram entre 46 e 80 mg P/dm<sup>3</sup> de solo para a *B. humidicola*, 60 e 87 mg P/dm<sup>3</sup> de solo para a *B. ruziziensis* e de 32 e 58 mg P/dm<sup>3</sup> para *B. brizantha* e *B. decumbens*, ressaltando diferenças entre espécies quanto à exigência nutricional para o nutriente.

Mais recentemente, Ferrari Neto et al. (1994) e Faquin et al. (1994) em Latossolo Vermelho Escuro da região noroeste do Paraná, com colônia e *B. decumbens* e Morikawa (1993), em Latossolo variação Una dos Campos das Vertentes(MG), com o braquiário e andropogon, verificaram que o P foi o nutriente mais limitante no crescimento e nutrição das forrageiras, reduzindo o crescimento das espécies a 25% e 2%, respectivamente nos dois solos, quando comparado ao tratamento completo. Passos (1994) e Rossi et al. (1995), trabalhando com o braquiário no mesmo solo usado por Morikawa (1993), obtiveram grande resposta da forrageira a fontes e níveis de P, concluindo que a aplicação do nutriente é essencial para o estabelecimento e manutenção das pastagens.

No contexto da nutrição de pastagens, o potássio é considerado o macronutriente primário menos preocupante, possivelmente, devido à sua reciclagem através de excrementos (fezes e urinas) dos animais. No entanto, assume fundamental importância em pastagens destinadas à retirada de material vegetal, como para a produção de feno ou silagem e na consorciação gramínea-leguminosa, tendo menor relevância em pastagens exclusivas de gramíneas (Werner, 1984)

Conforme anteriormente destacado, Carvalho et al. (1990) estudando a resposta de *B. decumbens* a três níveis de K (0, 75 e 150 kg/ha/ano) e quatro níveis de N (0, 100, 200 e 400 kg/ha/ano), verificaram que os níveis de K afetaram a resposta da gramínea ao N, com severas limitações na produção quando o potássio estava ausente.

Na determinação das limitações nutricionais de um Latossolo Vermelho Escuro do noroeste do Paraná, para o colônia e a braquiária, Ferrari Neto et al.(1994) verificaram que a omissão do K reduziu em 70% a produção total de matéria seca pela parte aérea das duas espécies, em comparação ao tratamento completo. Também Morikawa (1993) observou que a omissão do K promoveu redução na produção total de matéria seca pela parte aérea do braquiário de aproximadamente 34%, em comparação ao tratamento completo.

Respostas de forrageiras ao enxofre são também esperadas em algumas situações, como em solos arenosos, com baixos teores de matéria orgânica, sujeitos a lixiviação ou submetidos a queimadas ou adubações intensivas com adubos concentrados em N, P, K e calagem. Werner, Quagliato e Martinelli (1967), através da técnica do nutriente faltante observaram que o S foi o terceiro nutriente (após o N e o P) que mais limitou a produção de matéria seca do capim

colonião. Casagrande e Souza (1982), avaliando o efeito de quatro níveis de enxofre (0, 15, 30 e 60 kg/ha) sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais em três solos sob cerrado do Mato Grosso do Sul (AQ, LEa fase cerradão e LEd fase cerrado), após três cortes, constataram que de maneira geral, as forrageiras respondem significativamente até 30 kg de S/ha, sendo que a *B. decumbens* tipo "australiana" e *M. minutiflora* cv "cabelo-de-negro" foram as espécies que mais responderam em aumento de produção de matéria seca.

Em estudo recente, Ferrari Neto et al. (1994) e Faquin et al. (1994), trabalhando com colonião e *B. decumbens*, verificaram que a omissão do S reduziu em 60% a produção média das espécies, em relação ao tratamento completo, em experimento realizado com um latossolo vermelho escuro do Paraná. Especificamente para o braquiarião, cultivar Marandu, Morikawa (1993) registrou redução na produção de matéria seca pela parte aérea, em função da omissão do S, da ordem de 32%, em relação ao tratamento completo. Efeitos significativos da aplicação de S na produção de matéria seca desta mesma cultivar do braquiarião, foram também observados por Monteiro e Ono (1995).

Uma prática agrícola bastante difundida é a calagem, cuja importância está estreitamente ligada não só à redução da acidez do solo mas também ao suprimento de cálcio e magnésio às culturas. Neste contexto, Spain e Salinas, (1985) enfatizam que a tolerância ao alumínio é um dos fatores mais importantes na adaptação das espécies ao ambiente tropical úmido. A seqüência de tolerância de gramíneas forrageiras ao alumínio apresentada por Carvalho, Cruz Filho e Botrel (1984), tem sido usada como referencial e mostra que as braquiárias estão entre as mais tolerantes, posto que a ordem decrescente de tolerância é a seguinte: Braquiárias = Andropogon = Capim Gordura > Colonião = Jaraguá = Capim Elefante. Pesquisadores do CIAT (1978), citados por Ferrari Neto (1991) não obtiveram resposta à calagem para a *Brachiaria decumbens* e para o *Panicum maximum*, com relação à produção de matéria seca, confirmando a tolerância destas espécies ao alumínio.

Sobre a produção de matéria seca pela parte aérea do braquiarião, Morikawa (1993) não encontrou resposta significativa à calagem, no entanto, o autor destacou que esta é uma prática importante como fonte de Ca e Mg. Passos (1994) também evidenciou a importância da calagem, principalmente como fonte de magnésio e por ter aumentado a mineralização do enxofre da matéria orgânica do solo.

Rossi et al. (1995) e Faquin et al. (1995) mostraram que há interação entre doses de calcário e fontes e doses de P, com efeito não só sobre a produção de matéria seca pelo braquiarião, mas também sobre a eficiência das fontes de P, que é uma questão de vital importância para o estabelecimento e manutenção das pastagens cultivadas sobre latossolos sob cerrado.

Resultados experimentais com micronutrientes em gramíneas forrageiras tropicais são relativamente escassos, porém, indicam pequeno ou nenhum efeito na produção de matéria seca, sendo que o boro, o cobre, o molibdênio e o zinco são os que têm merecido maior consideração dos pesquisadores no tocante à nutrição de plantas forrageiras (Mattos e Colozza, 1986).

Werner e Mattos (1972), em estudos sobre nutrição do capim-gordura, avaliaram o efeito da aplicação conjunta dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mo e Zn (0,5; 2,0; 2,0; 0,25 e 2,0 kg/ha, respectivamente) em um LE-orto e verificaram que a omissão desses micronutrientes não acarretou redução significativa na produção de matéria seca e perfilhamento desta gramínea. Ferrari Neto et al. (1994) não encontraram resposta à aplicação de micronutrientes (B, Cu e Zn) sobre a produção de matéria seca pela parte aérea de colômbio e *B. decumbens*. Para o braquiarião, também não se obteve resposta à aplicação de micronutrientes (B, Cu e Zn) sobre a produção de matéria seca pela parte aérea (Morikawa, 1993). Por outro lado, observou-se redução no crescimento de braquiária quando se omitiu, individual ou conjuntamente, os micronutrientes B, Cu, Mo e Zn em três latossolos dos cerrados e, além destes, Fe e Mn em Areia Quartzosa (EMBRAPA, 1981), indicando que existem variações em relação à resposta destas espécies à aplicação de micronutrientes, principalmente relativas ao tipo de solo.

### 2.3 Exigências nutricionais da soja e respostas à adubação

De maneira geral, as exigências minerais da soja seguem a seguinte ordem decrescente: para os macronutrientes:  $N > K > Ca > Mg > P > S$  (Malavolta, 1978) e para os micronutrientes:  $Cl > Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo$  (Rosolem, 1980). Tomando-se como referencial a média de três localidades, as quantidades exigidas pela cultivar Cristalina foram<sup>(1)</sup>: para os macronutrientes (kg/ha): N: 593; P: 56; K: 414; Ca: 178; Mg: 82; S: 42 e para os micronutrientes (g/ha): Cu: 98; Fe: 3.316; Mn: 946 e Zn: 518. Para o B, só se encontrou a exigência da cultivar Santa Rosa, que é

<sup>(1)</sup> Mascarenhas et al., 1991, citados por Tanaka, Mascarenhas e Borkert, 1993.

de 39 g para cada tonelada de grãos (Bataglia e Mascarenhas, 1982). É conveniente ressaltar que as quantidades exigidas dependem da produção de matéria seca e da composição mineral da planta de soja, que varia com uma série de fatores como a latitude do local, a fertilidade e o tipo de solo, adubações, variedade (ou cultivar), idade da planta, condições climáticas, estado fitossanitário, teor de outros nutrientes e práticas culturais (De Mooy, Pesek e Spaldon, 1973 e Rosolem, 1980).

O nitrogênio, além de ser o nutriente exigido em maior quantidade pela soja, assume particular relevância, uma vez que é o nutriente que tem maior efeito sobre a fixação biológica de  $N_2$  (Franco e Döbereiner, 1988), fenômeno de grande importância para esta cultura. Segundo Faquin (1988), nos solos tropicais, a deficiência de N é tão importante quanto a de P, como um fator limitante para o crescimento das plantas.

O período de maior exigência de N, no qual a absorção é mais intensa, ocorre do florescimento ao início de enchimento dos grãos, quando chega a atingir cerca de 3 kg/ha/dia (Rosolem, 1980). Apesar disso, a adubação nitrogenada não é recomendada para a cultura da soja (CFSEMG, 1989), pois, conforme asseguram Vargas et al. (1993), o processo de fixação simbiótica fornece todo o N necessário para complementar o fornecimento do solo.

Na região do cerrado, muitos experimentos têm sido desenvolvidos para estudar métodos e níveis de aplicação de fertilizantes fosfatados. Considerando-se resultados a longo prazo, a produção cumulativa tem sido função, mais especificamente, do nível de P aplicado que do método de aplicação do fertilizante fosfatado. Usualmente aplicações de doses mais elevadas, a lanço, têm proporcionado maiores rendimentos do que aplicações localizadas, em função do maior desenvolvimento radicular que a primeira prática proporciona (Souza, Lobato e Miranda, 1993), condição que atinge maior relevância quando da ocorrência de “veranicos”.

Trabalhando com 4 níveis de adubação fosfatada (80, 160, 240 e 320 kg de  $P_2O_5$ /ha), Vieira (1985) verificou que o nível de P disponível influenciou sobre o peso dos grãos, que aumenta com a elevação do nível de adubação fosfatada. Estes resultados corroboram com os obtidos por Lima et al. (1974) e Santos et al. (1982), citados pelo referido autor, demonstrando a resposta da soja à aplicação de P. De acordo com Antunes, Barros e Silveira Júnior (1979) a obtenção de altas produções de grãos de soja, com elevada qualidade fisiológica, requer adubação fosfatada que eleve a concentração de P disponível a cerca de 10 mg/dm<sup>3</sup> de solo.

Para a cultura da soja, na região dos cerrados, recomenda-se adubação fosfatada quando os teores de P no solo, extraídos pelo Mehlich-1, estiverem abaixo de 3, 8, 14 e 18 mg/dm<sup>3</sup>, para solos com teor de argila entre 61 e 80%, 41 e 60%, 21 e 40% e menos de 20%, respectivamente (Borkert et al., 1994).

O potássio é o segundo nutriente mais exigido para a cultura da soja (Rosolem, 1980). Palhano et al. (1983), obtiveram resposta crescente à elevação de doses de K aplicadas em Latossolo Roxo distrófico do Paraná e limitação severa na produção de grãos em função da não aplicação de potássio. Entretanto, Braga et al. (1975) não obtiveram respostas na produção de soja quanto à aplicação de K em solos com baixo teor desse nutriente, no Triângulo Mineiro - MG, atribuindo esse comportamento à capacidade das plantas explorarem as reservas de potássio não solúvel. Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira (1985).

A altura das plantas de soja e a produção de matéria seca também não foram influenciadas por níveis de K em solução nutritiva que variaram de 117 mg/dm<sup>3</sup> a 351 mg/dm<sup>3</sup> (Ventura, 1987).

Apesar de em alguns casos não se obter respostas à adubação potássica na produção de soja, Carneiro (1988) recomenda aplicações entre 30 e 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Também Borkert et al. (1994) recomendam que, independentemente da textura do solo, se aplique 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, caso a expectativa de produtividade seja de pelo menos três toneladas de grãos/ha. De acordo com Mascarenhas et al. (1981) as maiores produções de soja são obtidas quando o teor de K no solo é igual ou superior a 1,2 mmol/dm<sup>3</sup> de solo.

Indicado como o menos exigido pela soja, o enxofre é também o macronutriente que tem apresentado menos resposta à adubação (Rosolem, 1980). Segundo este autor, sua absorção é muito lenta até o florescimento. Deste estágio até o enchimento de grãos, a velocidade de absorção de S pela soja atinge um máximo de 0,09 kg/ha/dia, sendo que cerca de 75% da absorção deste nutriente ocorre após o florescimento, mostrando que, embora a exigência de S seja pequena, seu fornecimento deve ser contínuo, ao longo do ciclo da cultura.

Testando cinco níveis de S em seis solos do Paraná, Lantmann et al. (1982), citados por Sfredo et al. (1986), não obtiveram resposta do nutriente sobre a produção de grãos, o que foi atribuído ao alto teor de matéria orgânica nos solos estudados. Em áreas de cerrado cultivadas

sucessivamente com soja, recomenda-se a aplicação de 30 kg de S/ha, no sulco de plantio (CFSEMG, 1989).

A calagem tem se mostrado uma prática fundamental para o cultivo da soja nos solos sob cerrado, tanto para a neutralização da acidez do solo quanto para o fornecimento de Ca e Mg, que são o terceiro e o quarto nutrientes mais exigidos pela soja (Rosolem, 1980). De acordo com o autor, a absorção destes nutrientes segue a produção de matéria seca pela planta, sendo maior no período que vai do florescimento ao início do enchimento de grãos, quando atinge uma absorção máxima de 0,86 e 0,39 kg/ha/dia de Ca e de Mg, respectivamente.

O equilíbrio entre o Ca e o Mg, e entre estes íons e o K, é importante na nutrição e desenvolvimento de plantas e tem sido bastante estudado (Munson, 1968; Coic e Lesaint, 1971; Talibudeen, 1972; Tinker, 1973; Mielniczuck, 1978; Rosolem, 1982, citados por Ventura, 1987; Mascarenhas et al., 1988; Kurihara, 1991; Sfredo, Borkert e Lantmann, 1993; Sousa, Lobato e Miranda, 1993). Embora os resultados sejam muito divergentes, de acordo com Sfredo, Borkert e Lantmann (1993), as faixas ótimas de relação, para a cultura da soja são: Ca/Mg: 1,5 a 3,5; Ca/K: 8 a 16; Mg/K: 3 a 6; (Ca + Mg)/K: 12 a 20; (Ca/Mg)/K: 3 a 8, no solo. Nas folhas as relações ideais seriam: Ca/Mg: 1,5 a 3,5; Mg/K: 0,10 a 0,18; Ca/K: 0,16 a 0,32; (Ca + Mg)/K: 0,3 a 0,7 e (Ca/Mg)/K: 0,6 a 1,3.

A grande exigência de N pela soja confere à calagem importância ainda maior, pois além de fornecer Ca e Mg, esta prática melhora as condições do solo para o sistema simbiótico de fixação de nitrogênio, através da elevação do pH e da disponibilidade de P e Mo, além da redução da toxidez de Al e/ou Mn (Bataglia e Mascarenhas, 1982). Sfredo et al. (1986) também destacam que a acidez do solo é capaz de comprometer o desenvolvimento da soja e que, portanto, devem ser aplicadas quantidades adequadas de calcário, suficientes para anular totalmente os efeitos nocivos da acidez e melhorar as condições químicas do solo, para o pleno aproveitamento dos nutrientes.

Avaliando o efeito de doses de calcário na cultura da soja, em dois latossolos (Latosolo Bruno álico e Latossolo Roxo distrófico) do Paraná, Palhano et al. (1982) observaram um efeito linear das doses de calcário sobre a produção acumulada de grãos. Também, Maeda (1987) obteve resposta positiva à calagem, em cultivares de soja, tanto para a produção de grãos quanto de matéria seca e no funcionamento do processo simbiótico, havendo aumento do peso e número de

nódulos. O autor relata que cultivares da mesma espécie diferem de forma acentuada em sua tolerância às condições adversas do solo, principalmente em relação à toxidez de alumínio.

Dados experimentais e cultivos comerciais em regiões de cerrado comprovam que as produções de soja apresentam substanciais acréscimos quando se atinge uma saturação por bases na camada arável dos solos em torno de 50% (Sousa, Lobato e Miranda, 1993; Borkert et al., 1994). Ressalta-se, entretanto, que a calagem deve ser criteriosa, porque o excesso de calcário alterando o pH do solo altera também as relações entre os nutrientes resultando numa maior ou menor disponibilidade, podendo ter reflexos negativos sobre o desenvolvimento das culturas (Malavolta, 1980).

Em relação aos micronutrientes, além do Zn, Cu, B, Cl e Mn, merece destaque o efeito do molibdênio e do cobalto, por estarem relacionados com o processo de fixação simbiótica de  $N_2$  (Franco e Döbereiner, 1988). Os micronutrientes que têm merecido maior atenção na cultura da soja no Brasil são o Zn, Mn, Mo e B, sendo que a deficiência ou o excesso destes elementos pode afetar drasticamente a produção (Malavolta, Boareto e Paulino, 1991).

Respostas positivas da soja ao B e principalmente ao Zn têm sido freqüentemente relatadas (Ritchey et al. 1986; Samarão et al. 1986; Galvão, 1989; Malavolta, Boareto e Paulino, 1991; Galvão, 1993; Sousa, Lobato e Miranda, 1993), indicando a importância destes nutrientes para a cultura.

No caso específico do manganês deve-se ter especial atenção, uma vez que o limite entre a deficiência e a toxidez é muito estreito, existindo inclusive relatos de deficiência de Mn em latossolos sob cerrado que receberam doses elevadas de calcário, embora no Brasil seja mais comum a ocorrência de toxidez deste nutriente (Borkert et al., 1994), principalmente nos latossolos, onde geralmente são encontradas quantidades apreciáveis de manganês trocável.

Sintomas de deficiência ou de toxicidade de cobre, ferro e cloro são menos freqüentes até o momento (Nelson e Barber, 1964, citados por Quaggio, Silva e Berton, 1991), sendo que problemas com estes nutrientes só devem ocorrer em condições específicas.

Observa-se, portanto, que a resposta das plantas à fertilização é bastante variada e depende do tipo de solo, local e também da espécie utilizada, em função de sua maior ou menor exigência nutricional.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em vasos, sendo um com braquiário e outro com soja, sob condições de casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-MG (DCS/UFLA), utilizando-se a técnica do nutriente faltante, durante o período de abril a dezembro de 1994.

#### 3.1 Solos, clima e espécies vegetais

Foram coletadas amostras de dois materiais de solos predominantes da região de Cuiabá-MT, em áreas nunca cultivadas, pertencentes à Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá-MT (EAFC-MT), sendo os solos classificados como<sup>1</sup>:

- Solo 1, simbolizado como LE:

**Classificação:** Latossolo Vermelho Escuro distrófico (epialico) A moderado textura argilosa relevo suave ondulado fase campo sujo.

**Localização, Município e Estado:** Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, no campo experimental de fitotecnia, distante 5 km à sudoeste da sua sede; Município de Cuiabá - Estado de Mato Grosso.

**Situação, declividade e cobertura vegetal:** Perfil localizado no terço superior da encosta com 3 a 4% de declive, com relevo de topo levemente convexo em transição para relevo de topo aplanado, sob vegetação natural de campo sujo, com dominância de gramíneas.

---

<sup>1</sup> Nilton Tocicazu Higa, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas/Professor da FAMEV/UFMT-MT

- Solo 2, simbolizado como LV:

**Classificação:** Latossolo Vermelho Amarelo distrófico A moderado textura média relevo suave ondulado fase cerrado baixo.

**Localização, Município e Estado:** Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, acima do novo campo de futebol; Município de Cuiabá - Estado de Mato Grosso.

**Situação, declividade e cobertura vegetal:** Perfil localizado na base da encosta com 5 a 8% de declive, com relevo de topo levemente convexo, sob vegetação natural de cerrado baixo, dominado por gramíneas.

A região está situada a uma latitude de 15°50' Sul, longitude 55°34' Oeste e a uma altitude de aproximadamente 800 metros acima do nível do mar. O clima da região é, segundo a classificação de Köppen, do tipo Cwa.

Uma quantidade suficiente (cerca de 1,5 t) de cada solo foi coletada na camada superficial (0-20 cm), da qual foi removida a cobertura vegetal natural. Esta camada de solo foi utilizada para instalação dos experimentos. Posteriormente foi feita a secagem ao ar e o peneiramento em malha de 5 mm. Para melhor caracterização dos solos, por ocasião da coleta, foram feitas amostragens do perfil a cada 20 cm, a partir da superfície, até 100 cm de profundidade, onde se efetuou análises químicas e físicas (Tabela 1).

As espécies empregadas como plantas-indicadoras foram a soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. Cristalina) e o braquiarião (*Brachiaria brizantha* Hochst Stapf cv. Marandu), devido à importância econômica das mesmas, em face de sua larga utilização na agropecuária regional e ainda à diversificação não só das atividades econômicas a elas inerentes, mas também das suas exigências nutricionais diferenciadas, o que atende bem aos objetivos do trabalho.

### 3.2 Caracterização física e química dos materiais de solos

Foram utilizadas sub-amostras de todo o perfil até 100 cm de cada solo, para as determinações físicas e químicas após a secagem ao ar e a tamização em malha de 2 mm. As análises físicas realizadas foram: análise granulométrica e densidade de partículas. As análises

químicas foram: pH em H<sub>2</sub>O; matéria orgânica; cálcio, magnésio e alumínio (extraídos pelo KCl 1 mol/L); fósforo, potássio, zinco, cobre, ferro e manganês extraídos pelo Mehlich-1. O enxofre (S-SO<sub>4</sub><sup>=</sup>) foi determinado de acordo com Blanchar, Rehm e Caldwell (1965). A extração do boro foi feita com água quente e a determinação no extrato, pelo método da curcumina de Dible et al., descrito por Jackson (1970). As análises foram realizadas nos laboratórios do DCS/UFLA e os dados são apresentados na Tabela 1.

### 3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 11 x 2, com onze tratamentos (Tabela 2) e dois solos (LE e LV), com três repetições. Cada experimento constou de 66 vasos plásticos de três dm<sup>3</sup> de solo. Cada vaso correspondeu a uma parcela experimental.

O cálculo da calagem, quando pertinente, foi feito com base nos resultados das análises dos solos, através do método da saturação por bases proposto por Quaggio (1983), visando elevar V (saturação por bases da CTC a pH 7,0) para 60% de T (CTC a pH 7,0), para ambas as espécies. Para isso foi empregado calcário dolomítico comercial calcinado e micropulverizado, com 110% de PRNT.

A adubação básica de plantio nos diversos tratamentos, quando pertinente, constou de 80 mg de N, 200 mg de P, 150 mg de K, 75 mg de Ca, 15 mg de Mg, 50 mg de S, 0,5 mg de B, 1,5 mg de Cu e 5 mg de Zn/dm<sup>3</sup> de solo. Os tratamentos aplicados no braquiarião e na soja, bem como suas identificações, são apresentados na Tabela 2. Em todos os cortes do braquiarião e cultivos da soja, as plantas receberam coberturas de N e de K, de acordo com seu desenvolvimento, à exceção daqueles onde estes nutrientes foram omitidos e da testemunha (Tabela 23A). Além das coberturas com N e K realizadas em todos os cortes ou cultivos (Tabela 23A), foram efetuadas aplicações de outros nutrientes, visando a correção de possíveis deficiências durante o período experimental, como a seguir: no 2º cultivo da soja, incorporado ao solo, e após o 2º corte do braquiarião, na forma de solução nutritiva, os tratamentos C2, -Ca e -Mg, quando for o caso, receberam 100 mg/dm<sup>3</sup> de Ca e 24,3 mg/dm<sup>3</sup> de Mg, na forma de

TABELA 1 - Caracterização química e física do LE e LV, de 0 a 100 cm de profundidade, coletados na região de Cuiabá(MT).

Parâmetros	Profundidade (cm)				
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
pH em água	4,7	4,9	4,8	4,8	5,0
P (mg/dm <sup>3</sup> )	1	1	1	1	1
K (mg/dm <sup>3</sup> )	33	28	11	9	3
Ca (mmol/dm <sup>3</sup> )	2	2	1	2	1
Mg (mmol/dm <sup>3</sup> )	1	1	1	1	1
S-SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )	7,97	5,92	4,91	7,97	6,93
Al (mmol/dm <sup>3</sup> )	8	8	1	3	1
H+Al ( " )	63	45	32	23	17
SB <sup>(1)</sup> ( " )	4	4	2	3	2
t ( " )	12	12	5	4	3
T ( " )	67	49	34	25	19
m (%)	68	68	30	57	33
V (%)	6	8	7	9	11
Carbono (g/dm <sup>3</sup> )	20	12	10	5	3
Mat.Org.(g/dm <sup>3</sup> )	34	21	17	8	4
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,16	0,16	0,07	0,12	0,15
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	0,46	0,53	0,20	0,17	0,10
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	94,30	101,3	58,07	48,08	23,90
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	4,32	8,61	0,75	1,22	0,28
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	1,42	1,49	1,54	1,63	1,53
Areia (g/kg)	360	670	260	630	280
Silte (g/kg)	180	110	160	130	120
Argila (g/kg)	460	220	580	240	600
dp (g/cm <sup>3</sup> ) <sup>(2)</sup>	2,70	2,60	2,94	2,82	2,70

(1) Soma de bases trocáveis (Ca + Mg + K); (2) Densidade de partículas

TABELA 2 - Caracterização e identificação dos tratamentos.

Tratamento	Identificação	Caracterização
Testemunha	Test.	Solo natural
Completo 1	C1	Aplicação de N, P, K, S, B, Cu, Zn + calagem
Completo 2	C2	Completo 1, sem calagem + Ca e Mg como sulfato
Menos Calagem	-Cal	Completo 1 - calagem
Menos N	-N	Completo 1 - N
Menos P	-P	Completo 1 - P
Menos K	-K	Completo 1 - K
Menos S	-S	Completo 1 - S
Menos Micro	-Micro	Completo 1 - micronutrientes (B, Cu, Zn)
Comp 2 - Ca	-Ca	Completo 2 - Ca
Comp 2 - Mg	-Mg	Completo 2 - Mg

cloreto. Na soja, os tratamentos C1, C2, -K e -Micro, receberam ainda 22,86 mg/dm<sup>3</sup> de S, na forma de sulfato de amônio.

No 3<sup>a</sup> cultivo da soja, além da aplicação de Ca e Mg nas doses e nos tratamentos acima citados, também incorporado aos solos, todos os tratamentos receberam, quando pertinente, 37 mg de N, 30 mg de K e 30 mg de S/ dm<sup>3</sup> de solo.

As fontes dos nutrientes foram sais p.a., citados a seguir: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, KNO<sub>3</sub>, KCl, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CuCl<sub>2</sub>, e ZnCl<sub>2</sub>, nas quantidades especificadas a cada tratamento.

### 3.4 Condução do experimento

Após a aplicação dos tratamentos nas unidades experimentais, o material de solo foi incubado por um período de aproximadamente 30 dias, após o qual retiraram-se sub-amostras dos

vasos para novas análises químicas, tal como descrito no item 3.2. Os resultados obtidos nestas análises são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Posteriormente, foram semeadas 8 sementes de soja e 40 sementes de braquiarião por vaso. Cerca de uma semana após a emergência das plântulas, foi feito um desbaste deixando-se quatro plantas por vaso.

A umidade do solo foi mantida em 60% do volume total de poros (VTP), de acordo com Freire et al. (1980), efetuando-se pesagens diárias dos vasos, e complementação do peso com água desmineralizada.

No braquiarião, cuja emergência ocorreu em 07/04/94, foram realizados três cortes da parte aérea, com intervalos de 52, 91 e 75 dias, ou seja, nas datas de 28/05/94, 27/08/94 e 10/11/94, respectivamente, sendo os dois primeiros a cerca de 4 cm do solo e o último rente ao solo. Após o 1º corte, avaliou-se o número de perfilhos. Com a soja, foram realizados três cultivos sucessivos, respectivamente nos períodos de 02/04/94 a 21/05/94; 18/06/94 a 03/09/94 e 28/10/94 a 14/12/94, sendo que as plantas foram coletadas após o período de máxima absorção dos macronutrientes (à exceção do enxofre) relatado por Sfredo et al. (1986), na fase de pré-florescimento, cortando-se a parte aérea rente ao solo. A diferença entre os intervalos de cortes e cultivos deveu-se, principalmente, à influência climática no desenvolvimento das plantas, ocorrida durante o período experimental.

Após o último corte do braquiarião e após cada cultivo da soja, depois de seco, o solo de cada vaso foi revolvido e o sistema radicular das plantas retirado e lavado cuidadosamente.

### **3.5 Parâmetros avaliados**

O material vegetal da parte aérea em todos os cortes do braquiarião e cultivos da soja e das raízes (após o 3º corte do braquiarião e a cada cultivo da soja), foi seco a 70°C em estufa com circulação de ar, pesado e moído em moinho tipo Willey, equipado com peneira de 20

TABELA 3 - Caracterização química do LE após a aplicação dos tratamentos e incubação, antes do plantio.

Parâmetros avaliados	Tratamentos										
	C1	C2	-Cal	-N	-P	-K	-S	-Micro	-Ca	-Mg	Test.
pH em água	5,9	5,3	5,4	5,8	5,9	5,8	6,2	6,1	5,5	5,3	5,3
P (mg/dm <sup>3</sup> )	26	32	29	37	1	28	30	25	31	30	1
K (mg/dm <sup>3</sup> )	156	151	162	160	156	33	160	166	166	144	36
Ca(mmol./dm <sup>3</sup> )	22	7	6	25	17	21	18	23	4	7	2
Mg(mmol./dm <sup>3</sup> )	15	2	2	12	15	11	15	8	2	1	2
S-SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )	45,96	26,64	28,28	36,85	46,37	45,96	9,31	49,82	33,35	33,35	8,31
Al(mmol./dm <sup>3</sup> )	1	6	6	1	1	1	1	1	6	6	8
H+Al ( " )	29	56	56	32	36	36	36	32	56	56	56
SB <sup>(1)</sup> ( " )	41	13	12	41	36	33	37	35	9	13	9
t ( " )	42	19	18	42	37	34	38	36	15	19	17
T ( " )	70	69	68	73	72	69	73	67	65	69	65
m (%)	2,0	32	33	2	3	3	3	3	39	32	47
V (%)	59	19	18	56	50	48	51	52	14	18	14
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,17	0,17	0,17	0,20	0,17	0,20	0,20	0,06	0,17	0,17	0,10
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	0,38	0,40	0,30	0,29	0,30	0,36	0,47	0,04	0,40	0,37	0,14
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	63,49	79,06	69,09	71,89	76,68	80,43	70,94	66,80	72,56	71,73	82,46
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	4,15	4,36	3,93	4,97	4,45	4,69	4,80	4,48	3,92	3,93	4,09
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	3,47	3,48	3,32	3,53	3,15	3,76	3,32	0,88	3,35	3,45	0,80

<sup>(1)</sup> Soma de bases trocáveis

TABELA 4 - Caracterização química do LV após a aplicação dos tratamentos e incubação, antes do plantio.

Parâmetros avaliados	Tratamentos										
	C1	C2	-Cal	-N	-P	-K	-S	-Micro	-Ca	-Mg	Test.
pH em água	6,1	5,2	5,2	6,1	6,0	6,3	6,5	6,2	5,3	5,2	5,0
P (mg/dm <sup>3</sup> )	34	42	34	40	1	39	50	40	42	42	1
K (mg/dm <sup>3</sup> )	139	131	133	140	140	31	154	145	147	136	34
Ca(mmol./dm <sup>3</sup> )	15	6	5	17	12	12	13	15	6	7	2
Mg(mmol./dm <sup>3</sup> )	9	2	2	9	10	7	7	10	2	1	1
S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )	36,85	26,64	21,82	21,82	36,85	35,08	11,19	33,85	31,65	33,35	9,74
Al(mmol./dm <sup>3</sup> )	1	4	5	1	1	1	1	1	5	5	8
H+Al ( " )	26	40	40	26	26	26	26	26	40	40	45
SB <sup>(1)</sup> ( " )	28	11	10	30	26	20	24	55	12	12	5
t ( " )	29	15	15	31	27	21	25	56	17	17	13
T ( " )	54	51	50	56	52	46	50	55	52	52	50
m (%)	4	26	32	3	4	5	4	2	30	29	62
V (%)	51	22	21	53	50	43	48	52	23	24	10
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,17	0,24	0,24	0,27	0,17	0,27	0,24	0,13	0,24	0,24	0,17
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	0,33	0,48	0,50	0,41	0,38	0,47	1,34	0,02	0,42	0,43	0,20
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	65,17	78,35	86,49	75,58	75,92	79,83	82,56	80,78	79,76	82,19	82,96
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	7,06	7,59	7,92	7,94	7,73	7,50	8,15	7,24	7,74	7,17	8,05
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	2,96	3,50	3,52	3,36	3,10	3,60	3,19	0,85	3,20	3,40	1,03

<sup>(1)</sup> Soma de bases trocáveis

malhas/polegada (0,42 mm). Posteriormente, os tecidos da parte aérea foram analisados quimicamente. Ressalta-se que na parte aérea da soja no 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> cultivos, os teores dos nutrientes foram analisados separadamente para o caule e para as folhas com pecíolo, a fim de permitir comparação com dados da literatura. Como já citado, após o 1<sup>o</sup> corte do braquiário, o número de perfilhos foi avaliado.

Analisaram-se os teores dos nutrientes na matéria seca da parte aérea das espécies, como se segue: N pelo método de Kjeldhal; P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn através da digestão nítrico-perclórica e determinados no extrato: P - colorimetria; K - espectrofotometria de chama; S - turbidimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn - espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989) e o boro pelo método da curcumina de Dible et al., de acordo com Jackson (1970).

A quantidade de nutrientes acumulada na parte aérea de cada espécie, foi calculada com base no teor dos mesmos no tecido e na produção de matéria seca, e a quantidade total acumulada no período experimental pelas plantas, foi obtida através da soma da acumulação na parte aérea, em cada corte ou cultivo.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, de acordo com Gomes (1985). Utilizou-se para estas análises o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas-SAEG.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O resumo das análises de variância (Tabelas 1A a 22A) mostra que os tratamentos apresentaram efeitos significativos sobre todos os parâmetros avaliados, em ambos os solos e espécies estudadas. Estes efeitos são apresentados e discutidos a seguir.

### **4.1 Produção de matéria seca (MS) das espécies e perfilhamento do braquiário**

A produção de matéria seca da parte aérea nos três cortes e da raiz do braquiário é mostrada nas Tabelas 5 e 6, respectivamente; da mesma maneira para a soja, nas Tabelas 7 e 8. Para uma melhor visualização do comportamento das espécies em função dos tratamentos, os dados de produção de matéria seca total e relativa para o braquiário (Figuras 1 e 2) e para a soja (Figuras 3 e 4) foram plotados em histogramas.

Tanto para o braquiário quanto para a soja, os dados mostram que os solos estudados apresentam uma baixa fertilidade natural, onde a produção de matéria seca na Testemunha apresentou valores inferiores a 5 e 10%, respectivamente, daquela obtida no tratamento Completo 1.

Para o braquiário, o fósforo (-P) foi o nutriente mais limitante ao crescimento da forrageira, principalmente nos primeiros cortes, enquanto que para a soja, de maneira mais drástica que o P, o cálcio (-Ca e -Cal) foi o nutriente cuja omissão proporcionou o menor crescimento da planta, o que mostra exigências nutricionais diferenciadas entre as espécies. Outros nutrientes também mostraram-se extremamente limitantes ao crescimento das plantas, apresentando, de maneira geral, as mesmas tendências para ambos os solos, diferindo de maneira mais acentuada entre espécies, como pode ser observado nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

TABELA 5 - Produção de matéria seca (g/vaso) pela parte aérea do braquiário nos três cortes e total dos cortes.

Tratam.	1º corte		2º corte		3º corte		total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	19,70 a A	20,88 a A	13,08 a B	16,15 a A	30,78 a B	34,82 a A	63,57 a B	71,85 a A
C2	15,68 b B	18,37 ab A	10,69 b A	11,04 bc A	28,18 ab A	29,84 bc A	54,56 b B	59,25 b A
- Cal	5,53 e B	13,67 c A	10,34 b A	8,75 cd B	23,28 c A	20,89 d B	39,15 d B	43,31 d A
- N	8,27 de A	7,52 d A	2,72 de A	3,21 e A	6,63 d A	6,65 e A	17,62 ef A	17,39 fg A
- P	0,33 f A	0,36 e A	1,18 de A	2,13 ef A	6,98 d B	9,86 e A	8,49 g B	12,35 g A
- K	10,01 cd A	9,95 d A	6,18 c A	6,73 d A	7,31 d A	9,19 e A	23,50 e A	25,87 e A
- S	7,43 de A	8,48 d A	3,32 d A	4,32 e A	6,42 d A	8,05 e A	17,17 f B	20,86 ef A
- Micro	15,98 b B	18,66 ab A	13,17 a A	11,40 b B	30,92 a A	32,64 ab A	60,07 ab A	62,71 b A
- Ca	6,78 de B	13,55 c A	10,41 b A	8,78 cd B	24,88 bc B	27,83 c A	42,07 cd B	50,17 c A
- Mg	11,82 c B	15,63 bc A	10,03 b A	9,28 bc A	23,87 c A	22,33 d A	45,72 c A	47,24 cd A
Test.	0,11 f A	0,15 e A	0,52 e A	0,62 f A	1,34 e A	2,28 f A	1,98 h A	3,05 h A
CV (%)	11,66		11,18		6,79		5,94	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%)

TABELA 6 - Produção de matéria seca (g/vaso) da raiz e perfilhamento no 1º corte pelo braquiarião.

Tratam.	MS raiz (g/vaso)		perfilhos por vaso	
	LE	LV	LE	LV
C1	104,80 a A	98,96 a A	30,3 a A	28,7 a A
C2	67,40 c B	78,60 b A	20,3 b B	23,7 abc A
- Cal	51,21 e A	53,38 c A	11,3 e B	20,3 c A
- N	20,47 f A	18,27 e A	13,7 cde A	13,0 d A
- P	4,87 h A	8,87 ef A	0,0 f A	0,0 e A
- K	6,63 gh A	5,76 f A	17,0 bcd B	20,7 bc A
- S	17,53 fg B	30,73 d A	12,0 de A	12,7 d A
- Micro	86,38 b A	82,77 b A	18,3 bc B	25,7 ab A
- Ca	64,72 cd A	54,01 c B	11,3 e B	23,3 bc A
- Mg	53,99 de A	59,45 c A	13,7 cde B	21,3 bc A
Test.	1,65 h A	2,26 f A	0,0 f A	0,0 e A
CV (%)	10,08		11,96	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, e maiúscula, em cada linha, para cada parâmetro, não diferem entre si (Tukey 5%)

TABELA 7 - Produção de matéria seca (g/vaso) pela parte aérea da soja nos três cultivos e total dos cultivos.

Tratam.	1º cultivo		2º cultivo		3º cultivo		total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	5,16 a B	7,41 a A	31,14 a A	27,79 a B	18,34 a A	18,49 a A	54,64 a A	53,69 a A
C2	4,92 a B	5,98 b A	13,13 c B	18,02 b A	8,48 c A	7,96 cd A	26,53 d B	31,96 cd A
- Cal	1,57 cd A	1,08 de A	1,96 e A	1,63 d A	2,20 e A	2,46 e A	5,74 f A	5,17 f A
- N	5,11 a B	7,36 a A	15,96 c A	15,84 b A	11,26 b B	12,52 b A	32,33 c B	35,72 c A
- P	2,03 c A	1,94 d A	2,94 de A	2,49 d A	3,14 e A	3,39 e A	8,11 f A	7,82 f A
- K	5,14 a B	6,06 b A	13,77 c A	14,75 b A	12,12 b A	9,83 c B	31,03 c A	30,64 d A
- S	4,29 ab B	5,95 b A	5,82 d A	7,72 c A	6,24 d A	6,75 d A	16,35 e B	20,42 e A
- Micro	5,13 a A	5,48 b A	26,48 b A	25,70 a A	12,52 b A	12,62 b A	44,14 b A	43,80 b A
- Ca	0,87 d A	0,99 de A	2,48 de A	3,41 d A	6,67 e A	3,79 e A	6,01 f A	8,20 f A
- Mg	3,43 b B	4,15 c A	4,53 de B	7,39 c A	5,38 d B	6,79 d A	13,34 e B	18,33 e A
Test.	0,78 d A	0,85 e A	1,59 e A	1,58 d A	2,14 e A	2,05 e A	4,51 f A	4,48 f A
CV (%)	9,47		11,05		9,56		6,59	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%)

**TABELA 8 - Produção de matéria seca (g/vaso) pela raiz da soja nos três cultivos e total dos cultivos.**

Tratam.	1º cultivo		2º cultivo		3º cultivo		total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	3,97 a B	6,92 a A	14,37 a B	16,24 a A	7,55 a A	7,24 a A	25,90 a B	30,39 a A
C2	3,70 a A	3,97 bc A	11,37 abc B	16,23 a A	6,10 b A	5,49 b A	21,17 b B	25,69 b A
- Cal	0,65 cd A	0,39 d A	0,82 e A	0,84 d A	1,04 d A	0,98 d A	2,51 e A	2,20 e A
- N	3,96 a A	4,62 b A	9,31 c B	11,46 b A	4,58 c A	4,39 bc A	17,84 b B	20,47 c A
- P	1,44 cd A	1,32 d A	1,63 e A	1,41 d A	1,70 d A	1,46 d A	4,77 de A	4,19 e A
- K	2,97 ab B	3,97 bc A	10,70 bc A	12,12 b A	6,24 ab A	4,75 b B	19,91 b A	20,85 c A
- S	2,81 ab B	4,98 b A	5,27 d A	6,82 c A	4,96 bc A	3,34 c B	13,04 c A	15,14 d A
- Micro	3,09 ab B	4,35 b A	13,07 ab B	16,03 a A	4,61 c A	5,35 b A	20,76 b B	25,73 b A
- Ca	0,19 d A	0,15 d A	1,17 e A	2,00 d A	0,68 d B	1,55 d A	2,05 e A	3,70 e A
- Mg	1,90 bc B	2,92 c A	2,79 de B	8,19 c A	1,98 d B	4,36 bc A	6,67 d B	15,47 d A
Test.	0,23 d A	0,30 d A	1,03 e A	1,07 d A	1,69 d A	1,80 d A	2,95 de A	3,17 e A
CV (%)	18,47		14,62		12,94		10,38	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%)

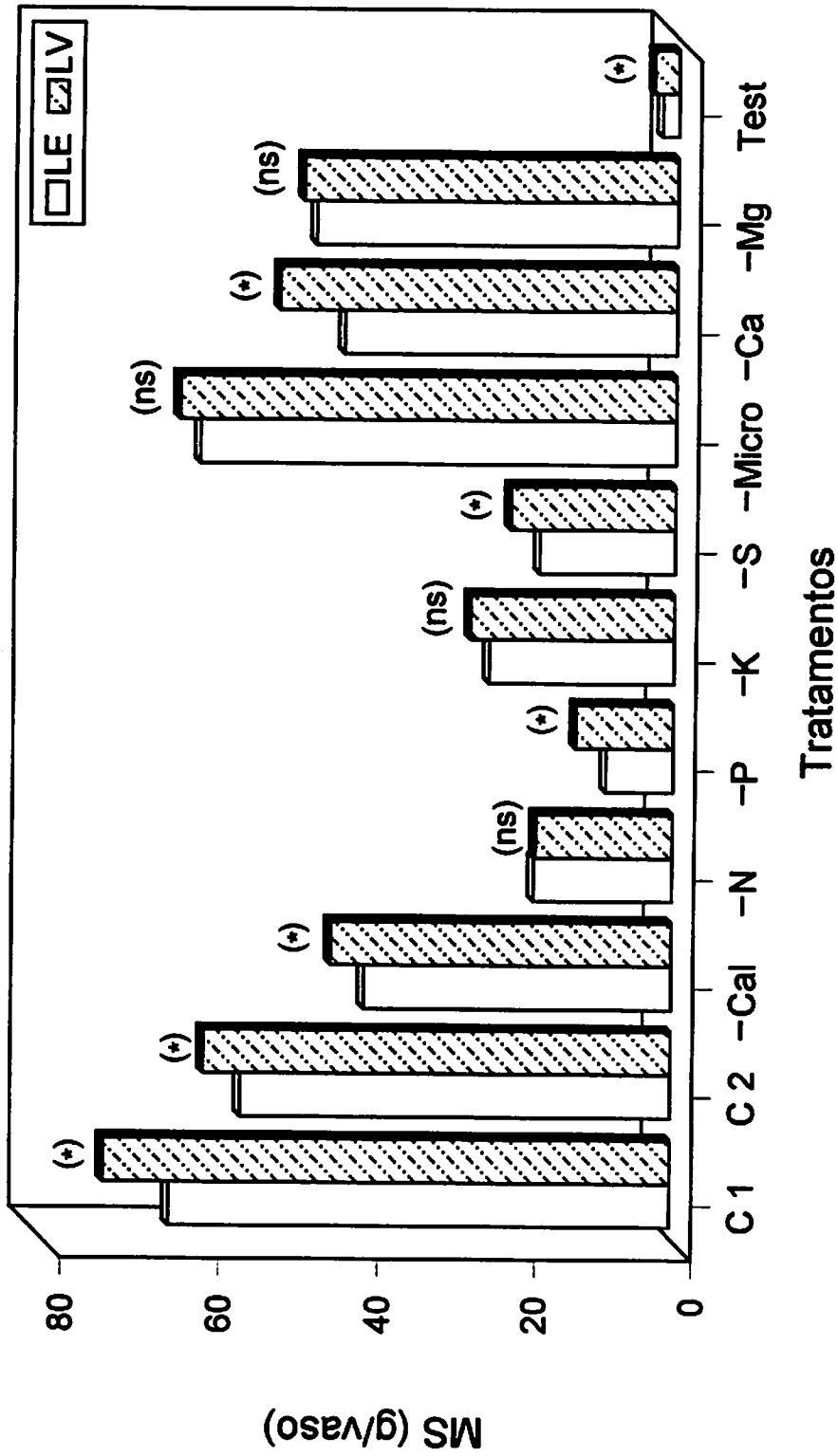


Figura 1: Produção de matéria seca total da parte aérea (soma de três cortes) do braquiário no LE e LV. No mesmo tratamento, asterisco (\*) indica que os solos diferem entre si (Tukey 5%) e (ns) não significativo.

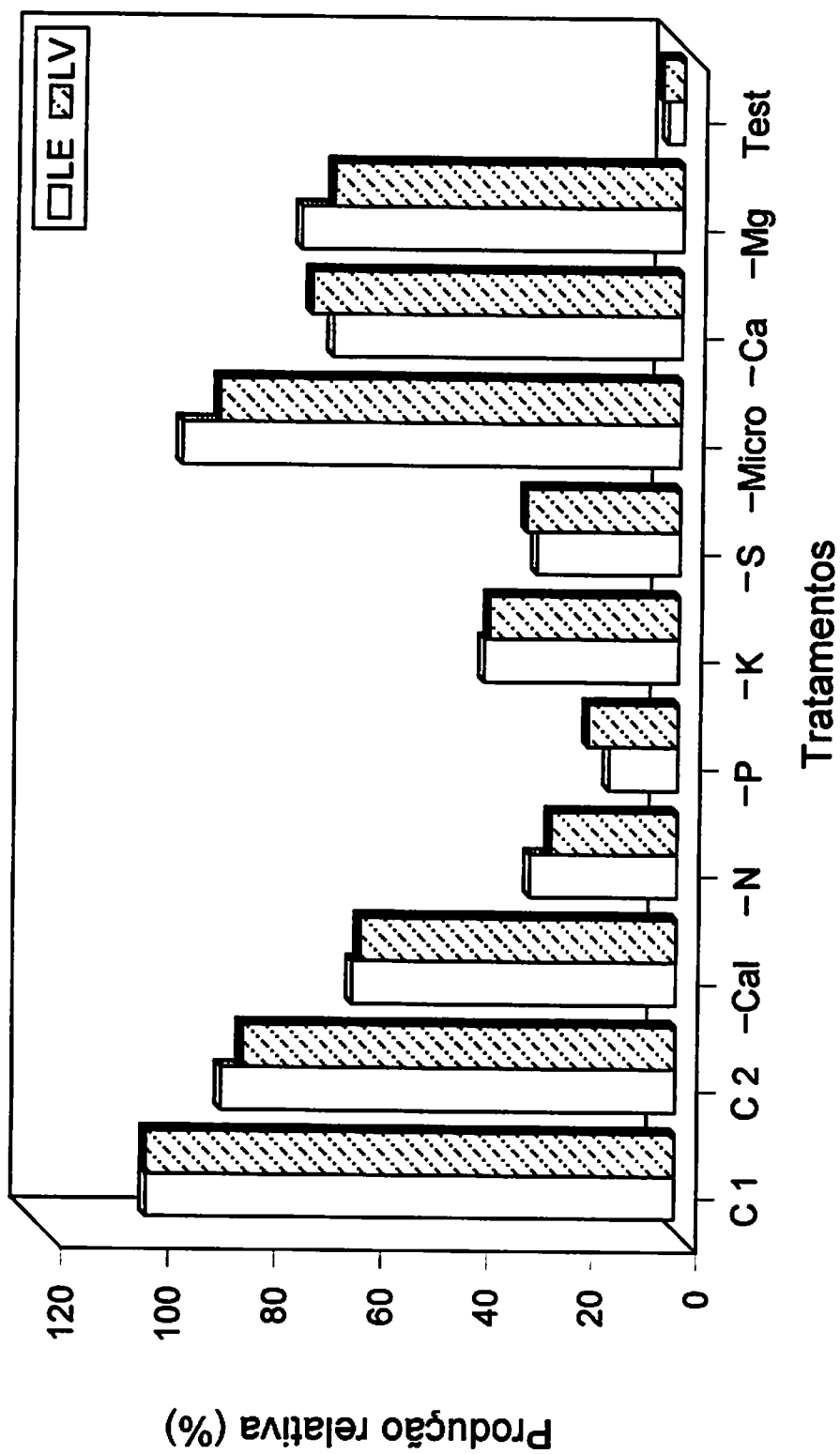


Figura 2 - Produção relativa de matéria seca total pela parte aérea (soma dos três cortes) do braquiário no LE e LV (C1 = 100%)

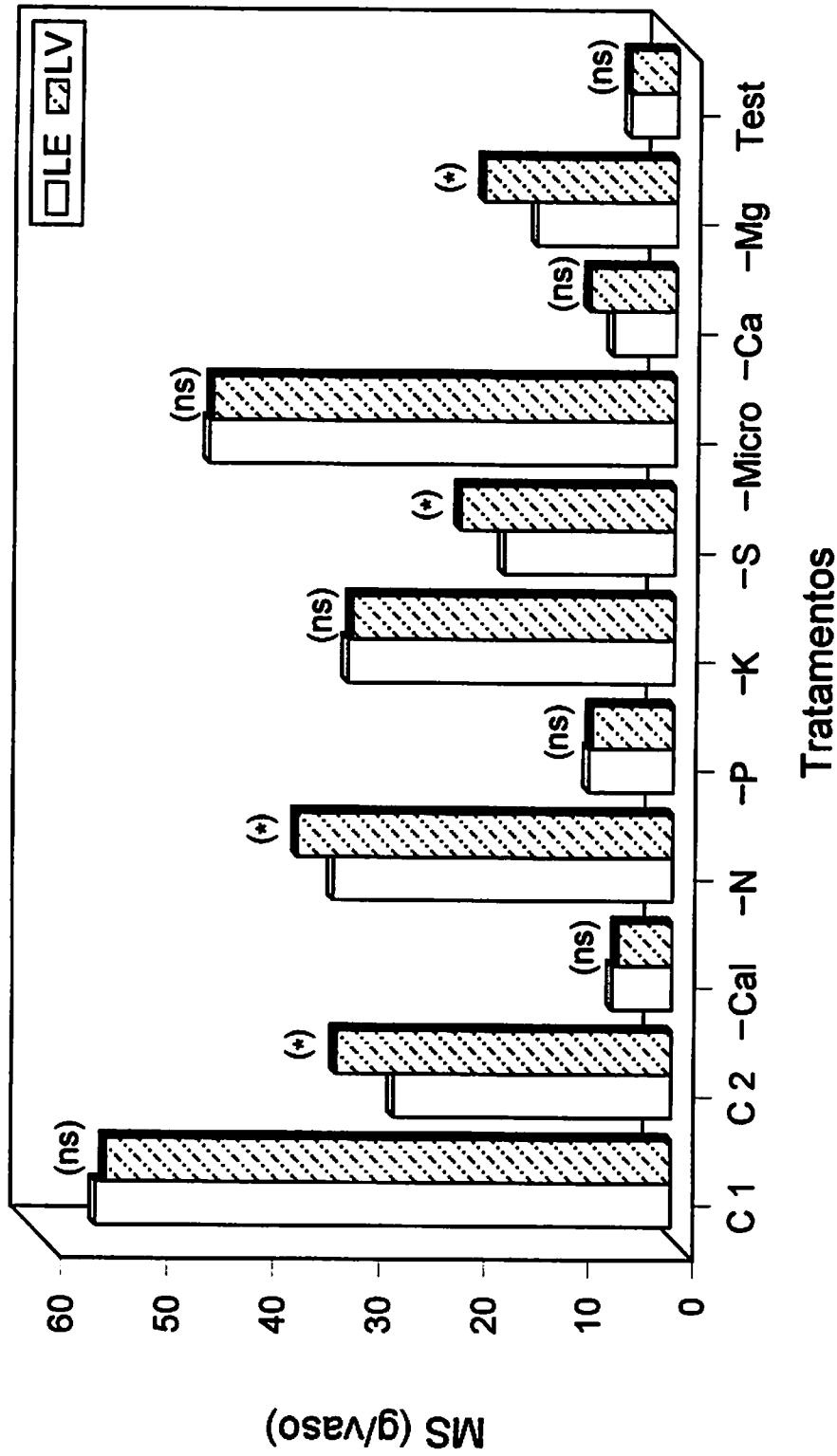


Figura 3: Produção de matéria seca total da parte aérea (soma de três cultivos) da soja no LE e LV. No mesmo tratamento, asterisco (\*) indica que os solos diferem entre si (Tukey 5%) e (ns) não significativo.

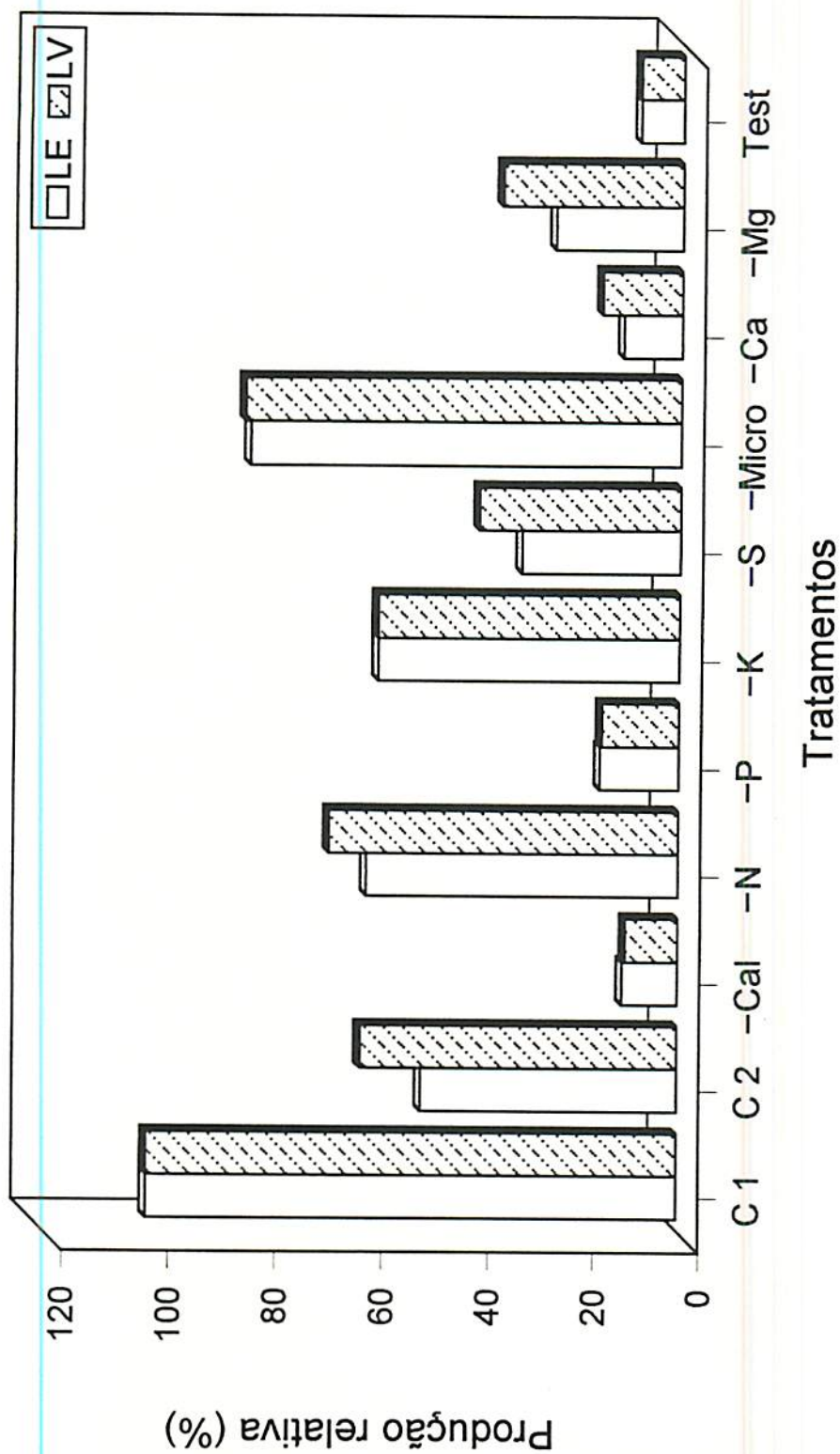


Figura 4 - Produção relativa de matéria seca total da parte aérea (soma dos três cultivos) da soja no LE e LV (C 1 = 100%)

Sumarizando o efeito dos tratamentos sobre a produção total de matéria seca da parte aérea das espécies em relação ao tratamento Completo 1, para ambos os solos, temos em ordem decrescente de limitação:

**Braquiarião (Figura 2):**

LE: -P > -S > -N > -K > -Cal > -Ca > -Mg, que promoveram uma produção, respectivamente, de 13, 27, 28, 37, 62, 66 e 72% daquela obtida no tratamento C1;

LV: -P > -N > -S > -K > -Cal > -Mg > -Ca > -Micro, da mesma maneira, de 17, 24, 29, 36, 60, 66, 70 e 87%.

**Soja (Figura 4):**

LE: -Cal > -Ca > -P > -Mg > -S > -K > -N > -Micro, respectivamente de 10, 11, 15, 24, 30, 57, 59 e 81%, da obtida no C1;

LV: -Cal > -P = -Ca > -Mg > -S > -K > -N > -Micro, também da mesma maneira de 10, 15, 15, 34, 38, 57, 66 e 82%, respectivamente.

Tomando-se como base a redução da produção de matéria seca a 40% ou menos, em relação ao tratamento completo, para caracterização de deficiência nutricional severa do solo (Kilian e Velly, citados por Chaminade, 1972), os dados acima mostram que para o braquiarião, a omissão de P, S, N e K e para a soja a omissão de calagem, Ca, P, Mg e S, enquadram-se nesta categoria. Não pode-se deixar de destacar também que para a gramínea, as omissões da calagem, do Ca e do Mg e para a leguminosa, as omissões de K, de N e dos micronutrientes, também reduziram significativamente o crescimento das plantas (Tabelas 5 e 7), indicando que nestes solos, para um crescimento normal e produção adequada destas espécies, todos estes nutrientes devem ser considerados na adubação.

A produção de matéria seca de raízes pelo braquiarião (Tabela 6) e pela soja (Tabela 8) apresentou, praticamente, o mesmo comportamento daquele observado para a parte aérea, em função dos tratamentos aplicados. O perfilhamento do braquiarião, determinado na época do 1º corte (Tabela 6 e Figura 5) também foi drasticamente afetado ou inibido pela omissão do P, confirmando a importância deste elemento no desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento das gramíneas, como citado por Carvalho (1985). Também para o braquiarião, Corrêa (1991), Morikawa (1993) e Passos (1994), verificaram que a deficiência severa de P praticamente inibiu o perfilhamento desta espécie. Morikawa (1993) relatou que os nutrientes cuja

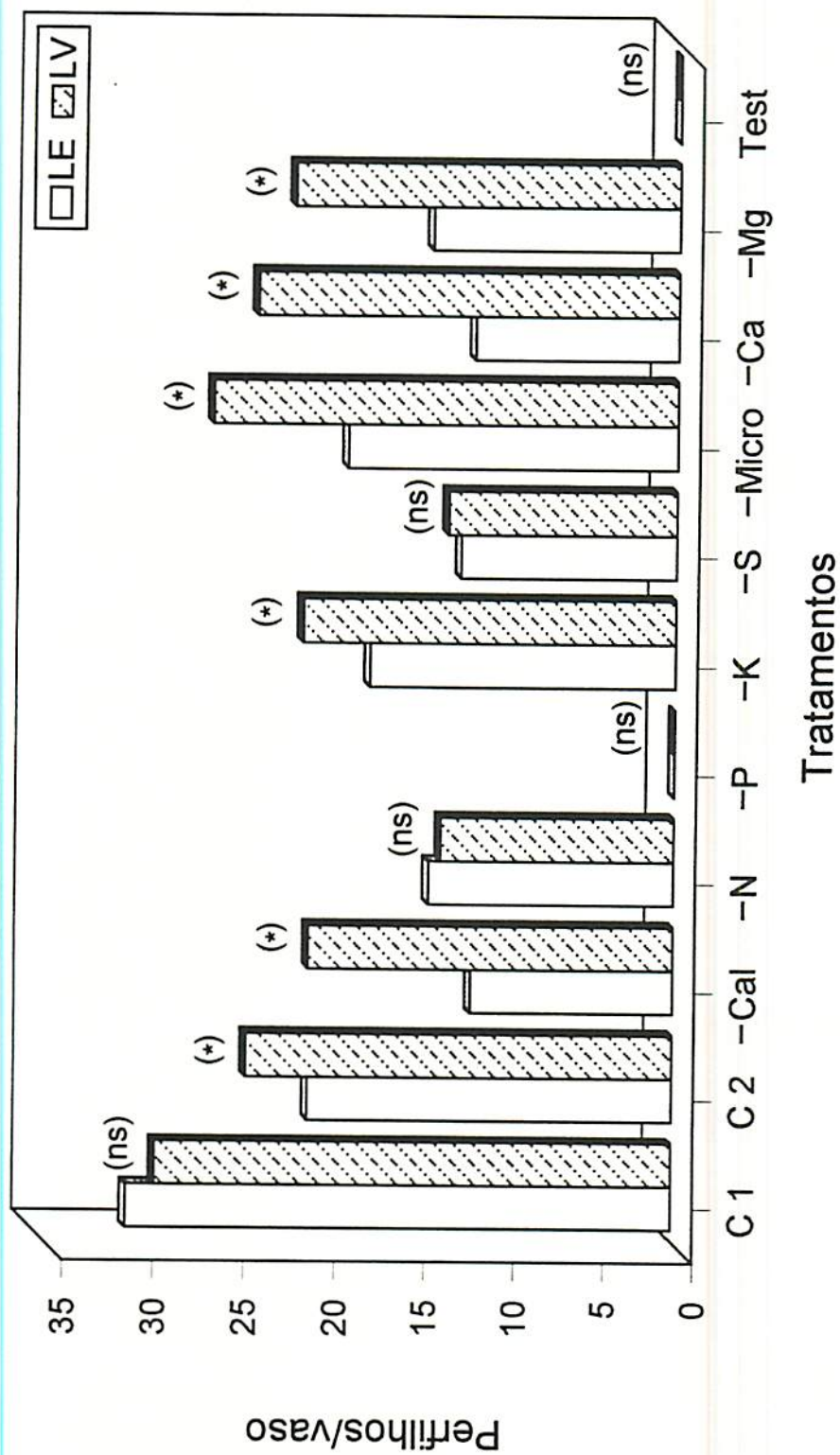


Figura 5: Perfilhamento após o 1º corte do braquiário. No mesmo tratamento, asterisco (\*) indica que os solos diferem entre si (Tukey 5%) e (ns) não significativo.

deficiência mais limitaram o perfilhamento do braquiário, foram em ordem decrescente o P, o N e o S, fato este também observado no presente trabalho, embora no LE, a omissão da calagem (-Cal) e de Ca (-Ca) e Mg (-Mg), tenha provocado uma drástica redução no número de perfilhos. Os demais tratamentos também promoveram uma diminuição significativa do perfilhamento (Tabela 6), à exceção do C2 e -Micro no LV.

O fósforo tem sido apontado como o nutriente mais escasso nos solos cultivados com pastagens no Brasil (Pereira, 1986) e comumente tem sido o mais limitante à produção de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* (Werner, Quagliato e Martinelli, 1967; Serrão et al., 1971; Guss, Gomide e Novais, 1990). Trabalhando com um LU da região de Campos das Vertentes-MG, Morikawa (1993) e Passos (1994) também verificaram que, para o braquiário, o P foi o nutriente mais limitante ao desenvolvimento da forrageira.

Na fase inicial e até o 2º corte, a omissão do P teve efeito mais drástico do que no 3º corte, evidenciando sua importância para o estabelecimento das pastagens e concordando com Ferrari Neto (1991) que, através da técnica do nutriente faltante, verificou ser o P e o N os nutrientes mais limitantes ao desenvolvimento de *B. decumbens* e *P. maximum*, num Latossolo Vermelho Escuro.

Para a soja, após a omissão da calagem e do Ca, o P foi o nutriente que mais limitou o crescimento da leguminosa em ambos os solos (Tabela 7 e Figuras 3 e 4), confirmando a pobreza destes solos no elemento, mostrada na análise química (Tabela 1). Limitações severas na produção da soja em função da omissão de P são comuns e respostas à adubação com fósforo, nas condições brasileiras, são freqüentemente relatadas (Malavolta, 1976; EMBRAPA, 1976, Rajj e Mascarenhas, 1976, Muzilli et al., 1978, citados por Rosolem, 1980; Sfredo et al., 1986; Vieira, 1985; Sousa, Lobato e Miranda, 1993). Para a produção de MS pelas raízes o P foi o 2º nutriente mais limitante, reduzindo a produção total a 18% no LE e 14% no LV, comparativamente à produção verificada no C1. Meurer, Wang e Wang (1981) relataram que plantas deficientes em P, além do comprometimento no desenvolvimento da parte aérea, também apresentam sistema radicular bastante debilitado. Estes resultados confirmam que, tanto para o braquiário quanto para a soja, a correta adubação fosfatada é uma condição determinante para a obtenção das produtividades desejadas, nos dois solos estudados.

Na média dos dois solos, o nitrogênio foi o segundo nutriente que mais limitou a produção de MS pela parte aérea do braquiário. Comportamento idêntico foi observado por Morikawa (1993). Diante da omissão de N, houve redução drástica na produção de matéria seca em todos os cortes, tanto na parte aérea quanto nas raízes, observando-se ainda, tendência de agravamento do problema ao longo do tempo (em média foi o nutriente que mais limitou a produção, no 3º corte), em função do esgotamento das reservas dos solos, o que mostra a incapacidade dos mesmos em suprir as necessidades da cultura e condiciona os rendimentos ao suprimento adicional de N. O aumento da produção de MS ocorrido do 2º para o 3º corte (Tabela 5) foi, provavelmente, decorrente da influência climática, podendo ainda ter havido menor mineralização da matéria orgânica dos solos, com menor liberação de N, em função da menor atividade microbiana durante o período frio, ocorrido no intervalo do 1º para o 2º corte, com reflexos sobre este último.

Diversos trabalhos evidenciam a importância do N para a produção de gramíneas forrageiras, que é, muitas vezes, apontado como o nutriente mais limitante. O potencial destas gramíneas em incrementar a produção em função da aplicação de N, dentro de limites, apresenta-se praticamente de forma linear, dependendo de características intrínsecas das mesmas, frequência de cortes e condições climáticas (Boin, 1986). Fernandes e Rossiello (1986) reportam respostas positivas à aplicação de até 800 kg N/ha/ano em gramíneas forrageiras.

O desenvolvimento do sistema radicular e o perfilhamento também foram bastante afetados pela omissão do N (Tabela 6 e Figura 5), em ambos os solos. Este fato já era de certa forma esperado, em decorrência das funções desempenhadas pelo N, como componente estrutural de macromoléculas e enzimas, envolvidas no processo de desenvolvimento vegetativo das plantas (Faquin, 1994). Clarkson (1985) aponta o N e o P como os nutrientes cujas deficiências mais limitam a produção de raízes. A relevância do nitrogênio para o perfilhamento de gramíneas é destacada por Paulino, Anton e Colozza (1987), como sendo reflexo de suas funções na composição de compostos orgânicos que compõem a estrutura dos vegetais, influenciando, portanto, no perfilhamento e dimensão das touceiras. Em *B. decumbens*, Ferrari Neto (1991) também obteve drástica redução na produção de raízes e perfilhamento, em função da subtração de N.

De modo bastante diferente do ocorrido com o braquiário, o N, juntamente com o K, foi o macronutriente que menos limitou a produção de MS da parte aérea e da raiz da soja (Tabelas 7

e 8 e Figuras 3 e 4). No 1º cultivo, à exceção do LV para a raiz, a omissão de N não reduziu o crescimento da soja quando comparado com o C1. Na média dos dois solos, a produção total de MS da parte aérea e da raiz foi superior a 60 e 70%, respectivamente, daquela observada no C1.

Em função dos objetivos do presente trabalho, as sementes de soja não foram inoculadas com rizóbio, embora tenham sido observados nódulos no sistema radicular das plantas, o que pelo menos em parte, pode ter contribuído na nutrição nitrogenada da leguminosa, através da fixação do N<sub>2</sub> atmosférico. A inoculação com rizóbio específico, na prática, tem sido bastante utilizada, e quando isto ocorre, a recomendação é que não se faça adubação com N, para não causar inibição na nodulação e reduzir a eficiência da fixação simbiótica (Vargas e Suhet, 1982; CFSEMG, 1989; Vargas et al., 1993; Borkert et al., 1994).

O enxofre, na média dos solos, foi o 3º nutriente que mais limitou a produção de matéria seca pela parte aérea e raiz do braquiário (Tabelas 5 e 6 e Figuras 1 e 2), mostrando a incapacidade dos solos em suprir as necessidades da cultura quanto a este nutriente e, conseqüentemente, a necessidade de sua inclusão nos programas de manejo da fertilidade dos solos. O efeito de redução foi significativamente mais acentuado no LE do que no LV, apesar de ambos apresentarem teores médios do nutriente (entre 5 e 10 mg S-SO<sub>4</sub><sup>-</sup>/dm<sup>3</sup>)<sup>1</sup> e deste último apresentar maior teor de matéria orgânica (Tabela 1), o qual é intimamente relacionado com o teor de S disponível no solo (Vale, Guilherme e Guedes, 1993). A relação C/S mais alta no LE, possivelmente, seja uma justificativa para este comportamento, posto que a mesma dificulta a mineralização e, portanto, o suprimento de S, conforme aventado por Vitti (1989). Além disso, este solo é muito mais argiloso do que o LV, fato que propicia maior adsorção do sulfato, que, à semelhança do fosfato (embora em menor intensidade) também é adsorvido na superfície de óxidos de Fe e Al (Vale, Guilherme e Guedes, 1993), afetando a disponibilidade do enxofre nos solos. O perfilhamento também foi bastante afetado pela omissão do enxofre, ficando reduzido a valores próximos de 40% do perfilhamento verificado no tratamento C1 (Tabela 6 e Figura 5).

Respostas do braquiário à aplicação de S, tanto para a produção de matéria seca da parte aérea e de raízes quanto no perfilhamento, também foram obtidas por Passos (1994), em trabalho realizado com um LU da região de Campos das Vertentes-MG. O autor ressalta que, embora esta gramínea seja considerada pouco responsiva ao enxofre, há necessidade de se aplicar

---

<sup>1</sup> De acordo com a versão preliminar de parte do Boletim nº 100 do IAC-Campinas(SP), em fase de revisão.

doses equilibradas de P e S e que o enxofre é requerido em maiores quantidades quando da adição de elevados níveis de macronutrientes primários, principalmente o N, devido exercer uma função fundamental no metabolismo do N e na síntese de proteínas, conforme já ressaltado por Werner (1984).

Dados da literatura indicam divergências quanto à relação N/S ideal nas plantas, entretanto, existem evidências de que esta relação se estabiliza em torno de 14:1 nas gramíneas e 17:1 nas leguminosas, ao atingir a fase de maturidade (Dijkshoorn e Van Wijk, 1967), sendo que relações superiores a esta indicam deficiência de S, devido ao acúmulo de N não proteico. No presente estudo verificou-se que a relação N/S no C1 foi de 12:1 e 17:1, no 3º corte e cultivo, para o braquiarião e a soja, respectivamente, enquanto que no -S esta relação atingiu 56:1 e 51:1 nas duas espécies. Tal comportamento confirma o desbalanço nutricional do braquiarião e da soja, sob deficiência de S.

O enxofre também foi severamente limitante à produção de MS da parte aérea e da raiz da soja, sendo na média dos dois solos, o 4º nutriente que mais limitou o crescimento da leguminosa. É conveniente destacar que a dinâmica destas limitações permite concluir que, apesar de não ser um nutriente muito problemático a curto prazo, já que as produções de MS da parte aérea no 1º cultivo ficaram acima de 80% daquela obtida no C1, os solos não tiveram capacidade de assegurar a sustentabilidade do suprimento de S à cultura e a partir do 2º cultivo, os sintomas de deficiência do elemento foram característicos, levando à redução no crescimento da planta. Possivelmente houve no 1º cultivo, pronunciada extração do S disponível, com esgotamento deste a partir do 2º cultivo, no qual deve ter havido também menor mineralização de matéria orgânica, devido à influência climática sobre a ação dos microrganismos, uma vez que este cultivo coincidiu com o período de inverno. O esgotamento das reservas teria provocado também as limitações verificadas no 3º cultivo. É interessante ressaltar que cerca de 75% da absorção de enxofre pela soja ocorre após o florescimento (Rosolem, 1980), o que permite sugerir que o efeito da omissão de S seria ainda maior no presente experimento, se o mesmo fosse conduzido até o final do ciclo, uma vez que as plantas de soja foram colhidas na fase de pré-florescimento, período em que não se teria atingido a absorção máxima do nutriente.

Verifica-se ainda que, da mesma forma como ocorreu com o braquiário, na produção total de MS da parte aérea da soja, o S foi significativamente mais limitante no LE do que no LV, o que deve estar relacionado às mesmas causas, em ambos os casos.

Dos macronutrientes, o S é geralmente citado como o menos exigido pela soja, e tem-se obtido poucas respostas a este nutriente. Lantmann et al. (1982), citados por Sfredo et al. (1986), testando cinco níveis de S em seis solos do Paraná, não obtiveram resposta da cultura ao S, sobre a produção de grãos. No entanto, CFSEMG (1989) relata que respostas de pequena magnitude têm sido freqüentes em áreas de cerrado sucessivamente cultivadas com soja e adubadas com formulações concentradas, que não têm S em sua composição e afirma que resultados experimentais mostram que a aplicação de 30 kg/ha de S, no sulco de plantio é suficiente para corrigir a deficiência, quando a mesma ocorre. Alguns autores, como Borkert et al. (1994) recomendam o uso de superfosfato simples como fonte de P exatamente pelo suprimento concomitante de S. Rosolem (1980) alerta para o fato de que a nutrição com S deve receber mais atenção à medida que a qualidade dos grãos se tornar mais importante, pois o teor de metionina (aminoácido sulfurado) é um fator limitante do valor nutricional da soja.

Os resultados do presente trabalho indicam que o S é um nutriente que pode, a médio-longo prazo, reduzir a produtividade da soja nos dois solos estudados, sendo portanto, um importante fator a ser considerado nos programas de manejo da fertilidade destes solos.

O potássio também promoveu uma limitação severa na produção do braquiário, em ambos os solos, sendo em média o 4<sup>o</sup> nutriente mais limitante à produção de matéria seca da parte aérea (Tabela 5 e Figuras 1e 2). Mesmo o LE, que apresentou um teor médio de K (Tabela 1) não tem potencial para assegurar a produção sustentável das pastagens ao longo do pastejo, havendo necessidade de suplementação adicional. Esta deve ser feita em quantidades adequadas e de forma parcelada, a fim de se evitar o consumo de luxo e a perda do mesmo por lixiviação, sobretudo no LV, que além de apresentar menor teor de K, apresenta ainda textura mais arenosa, com maior possibilidade de perda de nutrientes lixiviáveis, como é o caso do K. Limitação significativa na produção do braquiário em função da omissão do K foi também observada por Morikawa (1993), trabalhando com um LU dos Campos das Vertentes-MG, onde a produção total do tratamento -K foi cerca de 60,7% da produção do tratamento completo, sendo o 3<sup>o</sup> nutriente mais limitante para a produção de MS, tanto da parte aérea quanto das raízes.

Com relação à produção de MS de raízes do braquiário, há que se ressaltar que o K, juntamente com o P, foi o nutriente mais limitante (Tabela 6) e que neste tratamento (-K) as raízes, além de escassas, se mostraram delgadas e fracas, facilmente fragmentáveis. Fenômeno idêntico foi observado por Ferrari Neto (1991) em *B. decumbens*, o qual foi atribuído pelo autor como resultante da pequena translocação de fotoassimilados da parte aérea para a raiz, uma vez que o K nativo do solo fora absorvido pelas raízes e translocado para a parte aérea, porém, em quantidade insuficiente para exercer a função de transportador de fotoassimilados até o sistema radicular, com conseqüente redução no seu crescimento. O autor citado registrou ainda significativa redução do perfilhamento da braquiária diante da omissão do K, o que também aconteceu para o braquiário no presente trabalho (Tabela 6).

O potássio foi também um nutriente bastante limitante à produção de MS pela parte aérea da soja (Tabela 7 e Figuras 3 e 4), cuja produção total foi limitada a 57% daquela observada para o C1. A diminuição do crescimento no tratamento -K só foi pronunciada a partir do 2º cultivo. Daí pode-se depreender que os solos não tiveram capacidade de manter o suprimento adequado de K à cultura nos cultivos sucessivos, inclusive o LE, que apresenta teores naturais de K acima dos 30 mg/dm<sup>3</sup>, considerados por Souza, Lobato e Miranda (1993), como sendo o nível de suficiência para solos mais arenosos. Estes mesmos autores ressaltam que, de maneira geral, os solos das regiões de cerrado são bastante intemperizados e suas reservas de K não são suficientes para suprir a quantidade extraída pela cultura da soja por longos períodos de tempo, sendo necessário seu suprimento às plantas através de adubação potássica. Provavelmente também esta seja a razão do comportamento das espécies nos dois solos estudados no presente trabalho. É importante observar a melhor forma de aplicação do K nestes solos, de preferência parceladamente, a fim de se evitar o consumo de luxo e também as perdas por lixiviação, principalmente no LV, devido a sua textura mais arenosa.

Diferentemente do ocorrido para o braquiário, o K foi o macronutriente menos limitante ao crescimento das raízes da soja, apesar de não se diferir estatisticamente do N. Na sua omissão (-K) a produção total das raízes ficou acima de 70% daquela observada no C1. Para o braquiário, discutiu-se que a quantidade de K suprida pelos solos não foi suficiente para garantir a translocação de fotoassimilados da parte aérea para as raízes, com conseqüente redução no crescimento do sistema radicular; este fato não deve ter ocorrido com a soja.

Dentre os macronutrientes, o cálcio e o magnésio foram os que menos influenciaram a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes do braquiarião, não diferindo significativamente entre si (Tabelas 5 e 6 e Figuras 1 e 2). Entretanto, suas omissões promoveram uma redução significativa em todos os parâmetros avaliados, em função de seus baixos teores nos solos (Tabela 1). Estes resultados indicam a necessidade de suas aplicações, preferencialmente através da utilização de calcário dolomítico. Apesar de as gramíneas forrageiras serem consideradas espécies pouco exigentes em Ca e Mg, Couto, Leite e Kornelius (1985), estudando o efeito residual da calagem para quatro gramíneas tropicais num LR fase cerrado, destacaram o efeito positivo da calagem, atribuindo este comportamento à adição de Ca e Mg através do corretivo. Também para o braquiarião, tendência semelhante foi observada por Morikawa (1993), que obteve ligeira diminuição na produção de MS pela parte aérea quando da omissão de Ca e Mg, em um LU dos Campos das Vertentes-MG.

A omissão da calagem (-Cal) teve efeito mais drástico do que a omissão de Ca (-Ca) e Mg (-Mg) individualmente (Tabelas 5 e 6 e Figuras 1 e 2) sobre todos os parâmetros avaliados, apesar da não significância estatística, observada em alguns casos, indicando o efeito conjugado dos baixos teores destes cátions e da elevada acidez nestes solos (Tabela 1). Apesar da tolerância à acidez atribuída ao braquiarião, o efeito positivo da calagem sobre seu crescimento é relatado na literatura (Couto, Leite e Kornelius, 1985; Luchetta, Cruz e Ferreira, 1992; Morikawa, 1993 e Passos, 1994).

Tal fato também se constata no tratamento Completo 2, onde não se fez calagem mas se adicionou Ca e Mg na forma de sulfatos. A produção de MS pela parte aérea e pela raiz nos dois solos e o perfilhamento no LE (Tabelas 5 e 6) foram significativamente reduzidos, evidenciando que há necessidade não só de se fornecer Ca e Mg aos solos, mas também de se neutralizar a elevada acidez e a alta saturação por Al (Tabela 1). Há que se ressaltar que em todos os tratamentos em que não se fez calagem (-Cal, C2, -Ca e -Mg) a produção de MS pelas raízes foi proporcionalmente mais limitada do que a produção da parte aérea, comparativamente aos respectivos tratamentos C1, possivelmente, devido à pronunciada ação fitotóxica do Al sobre as células do sistema radicular, onde este cátion diminui o processo de divisão celular, com óbvias implicações no crescimento das raízes, conforme relatado por Faquin e Vale (1991).

Após a testemunha e de modo bastante diferente do que ocorreu para o braquiário, a omissão da calagem foi o tratamento que, nos dois solos, exerceu maior efeito depressivo sobre a produção de MS total da parte aérea e de raiz da soja (Tabelas 7 e 8 e Figuras 3 e 4), evidenciando que esta é uma prática de manejo fundamental nos dois solos, não somente para o fornecimento de Ca e Mg, mas também por todas as implicações relativas à acidez dos solos, uma vez que a soja, além de exigente naqueles nutrientes, não é considerada tolerante à acidez do solo. Este fato é confirmado pela diminuição na produção total ocorrida no tratamento C2, que recebeu Ca e Mg na forma de sulfatos, havendo ainda que se considerar os efeitos negativos da toxicidade de Al e/ou Mn sobre o processo de fixação biológica do N, aspectos intensamente relatados na literatura. Palhano et al. (1982), observaram efeito linear de doses de calcário sobre a produção acumulada de grãos de soja em dois solos (LBa e LRd) do Paraná. Maeda (1987), estudando efeitos de quantidades de calcário (estimadas por três métodos) no comportamento de cultivares de soja, também obteve respostas à calagem sobre a produção de MS, grãos e no processo de fixação simbiótica de N.

Diferentemente do braquiário, o Ca foi o nutriente mais limitante para o crescimento da parte aérea e da raiz da soja, embora não diferisse estatisticamente do -P (Tabelas 7 e 8 e Figuras 3 e 4). Este fato confirma ser a soja muito exigente neste nutriente (Rosolem, 1980; Tanaka, Mascarenhas e Borkert, 1993) e que os solos estudados não tiveram a capacidade de suprir as necessidades da cultura, devido à baixa disponibilidade natural (Tabela 1).

Rosolem (1987) afirma que quando se analisa o efeito da calagem, na realidade está-se analisando um conjunto complexo de fatores, impossíveis de serem separados, tais como: pH do solo, disponibilidade de nutrientes e diminuição de efeitos tóxicos. Borkert et al. (1994) relatam que deficiência de Ca são observadas em solos ácidos que não receberam calcário, cujos sintomas resultam da combinação da deficiência de Ca com toxicidade de Al e Mn.

A produção de MS das raízes (Tabela 8) também foi drasticamente afetada pela omissão da calagem e do Ca e em menor grau do Mg, nos dois solos, possivelmente por conjugação dos efeitos de deficiência de Ca e Mg, baixo pH e ação fitotóxica do Al e/ou Mn, com implicações óbvias sobre o crescimento das raízes, que, nestas condições, ficam geralmente mais escassas, curtas e mais grossas e com crescimento lateral severamente inibido, com morte das extremidades das raízes primárias e secundárias (Faquin e Vale, 1991 e Nogueira et al., 1991).

Há que se destacar que estatisticamente, a limitação de produção de MS total, tanto da parte aérea quanto da raiz da soja, em ambos os solos, exercida pelos tratamentos -P, -Ca, -Cal e Test. se equivaleram (Tabelas 7 e 8).

O Mg foi o 3º nutriente que mais limitou a produção total de MS, tanto da parte aérea quanto das raízes da soja, mostrando que esta espécie é exigente neste nutriente, geralmente citado como o 4º mais exigido (Rosolem, 1980 e Sfredo et al., 1986) e que os solos, em função da baixa disponibilidade natural (Tabela 1), não tiveram capacidade de suprir adequadamente o nutriente à cultura. Porém, como no tratamento -Mg também não foi feita calagem, as mesmas considerações quanto às implicações deste fato, somando-se aos efeitos da omissão isolada do nutriente, são também válidas para o Mg. Ventura (1987), estudando o efeito de doses de K, Ca e Mg em solução nutritiva sobre o crescimento e a composição química da soja, cv. Paraná, não obteve resposta significativa às doses de Mg na altura das plantas e produção de MS, mas, possivelmente, isto foi devido ao fato de que as doses utilizadas foram elevadas (24, 48 e 72 mg/dm<sup>3</sup>), atendendo a exigência da planta mesmo nas doses menores. Todavia, para os solos estudados neste trabalho, conforme já destacado, a calagem é imprescindível e por se tratar de solos de cerrado, pobres em Mg, deve-se utilizar preferencialmente calcário dolomítico ou magnesiano, conforme recomendam Sousa, Lobato e Miranda (1993) e Borkert et al. (1994).

Embora em menor magnitude em relação aos outros tratamentos de omissão, o tratamento -Micro (B, Cu e Zn) promoveu em alguns casos, redução significativa da produção de MS das espécies, bem como no perfilhamento do braquiário (Tabelas 5 a 8 e Figuras 1 a 5). Não houve uma tendência definida dos efeitos em relação aos solos, espécies e cultivos ou cortes, mas considerando-se o total de produção de matéria seca tanto da parte aérea quanto da raiz, a omissão dos micronutrientes diminuiu significativamente o crescimento em relação ao C1 em ambos os solos, à exceção da parte aérea do braquiário no LE.

Respostas de gramíneas forrageiras aos micronutrientes em solos das regiões tropicais têm sido raras. De acordo com Werner (1984), efeitos significativos nestes solos, em resposta à adubação com micronutrientes somente acontecem quando o suprimento com os macronutrientes, especialmente o N, for convenientemente atendido. Efeitos positivos à aplicação de micronutrientes foram obtidos pelos pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte em solo de Cerrado (EMBRAPA, 1981) em braquiária e por Paulino (1990) em colômbio,

que encontrou efeito significativo apenas no 4<sup>o</sup> corte, indicando que extrações sucessivas com os cortes podem levar a limitações pelos micronutrientes. CIAT (1985) constataram uma tendência de redução do crescimento em 4 gramíneas forrageiras, entre elas o braquiarião, à aplicação de Mn e Zn. De forma semelhante, Morikawa (1993) encontrou uma tendência de aumento da produção de MS desta espécie quando da omissão dos micronutrientes (B, Cu e Zn) na adubação, em um LU dos Campos das Vertentes-MG.

Para a soja, os resultados indicam uma maior preocupação com os micronutrientes nestes solos, visto que esta espécie, como já foi discutido, exige correção do pH para valores 6,0-6,5, através da calagem. Já é bem conhecido o efeito do pH na disponibilidade dos micronutrientes, sobretudo do Zn, sabidamente deficiente em solos sob cerrado (Lopes, 1983).

Uma observação importante que deve ser destacada, foi o aparecimento de sintomas típicos de deficiência de B na soja no 3<sup>o</sup> cultivo, no tratamento -Micro, o que, com certeza, foi a causa da redução da produção de matéria seca da parte aérea e das raízes neste cultivo. Considerando-se que o corte das plantas foi efetuado na fase de pré-florescimento e que a absorção do B pela soja é contínua, sendo cerca de 55% do nutriente absorvido após o florescimento (Mascarenhas, 1973) e, também, que uma parte substancial é acumulada nas vagens e nos grãos da leguminosa, pelos quais são exportados aproximadamente 31% do B total extraído pela cultura (Bataglia e Mascarenhas, 1982), os resultados permitem inferir que, no presente experimento, este nutriente poderia ter sido limitante já em cultivos anteriores, caso as plantas tivessem sido cultivadas até o final de seu ciclo vegetativo.

Estes resultados sugerem um estudo mais profundo com relação aos micronutrientes nestes solos, principalmente com a soja, envolvendo pesquisas com omissão e/ou doses dos elementos isoladamente, principalmente envolvendo doses de calcário.

Respostas aos micronutrientes nos solos de cerrado, em função de cultivos sucessivos são relatadas por Sousa, Lobato e Miranda (1993). Ritchey et al. (1986), trabalhando com soja cv. IAC-2, num LE argiloso, fase cerrado, obtiveram um incremento de 1.513 kg de grãos/ha com a adição de apenas 9 kg de Zn/ha, em comparação à não aplicação do elemento. Samarão et al. (1986), trabalhando num LV da região de Goiânia-GO (cerrado de 1<sup>o</sup> ano de plantio) encontraram resposta ao Zn na nodulação, produção de MS pela parte aérea e produção de grãos, mas não constataram efeito do B, Cu, Mn e Mo sobre estes parâmetros. Galvão (1989), trabalhando com

um LV de cerrado, com 21% de argila, obteve resposta à aplicação de Zn já no 1<sup>o</sup> cultivo e ao B e Cu num 2<sup>o</sup> cultivo, além de resposta ao Mo, Mn e Co, que não fizeram parte dos tratamentos do presente trabalho. Galvão (1993), em experimento de campo num LV argiloso, fase cerrado, testou quatro doses de Zn (0, 1, 3 e 9 kg/ha) e constatou que os tratamentos que receberam Zn diferiram significativamente da testemunha (mas não entre si) tanto na produção de grãos quanto no teor de Zn nas folhas.

As figuras 1, 3 e 5 mostram que o LV, embora apresentando sérias limitações nutricionais, quando comparado ao LE, proporcionou na maioria dos tratamentos, maiores produções de matéria seca da parte aérea do braquiário, da soja e perfilhamento do braquiário, respectivamente, indicando de maneira geral, melhor fertilidade natural.

#### **4.2 Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea das espécies.**

Os tratamentos afetaram significativamente a concentração e a acumulação dos nutrientes na parte aérea do braquiário e da soja, em ambos os solos, em todos os cortes ou cultivos. O efeito dos solos, sobre os parâmetros foi bem menos frequente (Tabelas 3A a 22A). Para a discussão da capacidade dos solos em suprir os nutrientes às espécies, dar-se-á maior ênfase aos teores e acumulações dos nutrientes nos tratamentos nos quais foram omitidos, comparativamente ao tratamento Completo 1 (C1), bem como aos teores considerados adequados pela literatura, como um referencial apenas, visto que, como se sabe, os teores variam com as condições e épocas de cultivo, variedades, órgão analisado, idade do órgão analisado e da planta, dentre outros (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989). Apenas os micronutrientes B, Cu e Zn, por fazerem parte diretamente do tratamento -Micro e o Mn, por apresentar-se, de maneira geral, em níveis tóxicos em solos sob cerrado, foram analisados.

Ressalta-se que para a soja, os teores apresentados no 1<sup>o</sup> cultivo, referem-se à parte aérea (caule + ramos + folhas) e no 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> cultivos, às folhas; a acumulação foi calculada considerando toda a parte aérea (caule + ramos + folhas) em cada cultivo. Para o braquiário, tanto os teores quanto a acumulação referem-se à parte aérea.

#### 4.2.1 Nitrogênio.

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os teores e a acumulação de N na parte aérea do braquiário e da soja, respectivamente. Observa-se para ambas as espécies um efeito pronunciado dos tratamentos sobre os teores e acumulação de N nos dois solos. De maneira geral, os maiores teores foram observados naqueles tratamentos que mais limitaram o crescimento das plantas, cujos valores de MS já foram apresentados nas Tabelas 5 e 7, e discutidos no item anterior. Isto pode ser explicado pelo efeito de concentração (Jarrel e Beverly, 1981), visto que o N foi aplicado na adubação básica e em cobertura, à exceção do -N e Test. Ao contrário, as maiores acumulações de N foram observadas nos tratamentos que promoveram maior crescimento, mostrando que este parâmetro foi mais influenciado pela quantidade de matéria seca produzida do que pelo teor do elemento; o tratamento -K, embora tenha reduzido significativamente a produção de MS das espécies (Tabelas 5 e 7), apresentou uma grande acumulação de N (Tabelas 9 e 10), mostrando que neste caso, o teor influenciou mais o acúmulo do que a MS. Deve-se destacar também, que à exceção dos tratamentos -N e Test., os demais receberam coberturas nitrogenadas diferenciadas em função do crescimento, e isto, certamente, promoveu também variações nos teores e acumulação do N nas plantas.

No braquiário, os teores de N no tratamento -N foram menores daqueles observados no C1, embora, em alguns casos, sem diferenças estatísticas. Os sintomas de deficiência de N que a forrageira apresentou em todos os cultivos no -N e o decréscimo de produção de MS neste tratamento em todos os cortes e no total dos cortes (Tabela 5), indicam que os solos são pobres no nutriente e há necessidade de adubação com o elemento quando se pretende atingir elevadas produtividades e melhor qualidade da forragem. Os teores de N no tratamento no qual foi omitido (-N), foram inferiores a 29 g/kg de MS tido por Howeler (1983), como adequado para gramíneas forrageiras em pré-florescimento; por Marun (1990), com o braquiário, que observou teores de 13,9 a 15,6 g/kg na matéria seca da parte aérea e no tratamento completo do trabalho de Morikawa (1993), que foi de 12,1, 11,5 e 12,4 g/kg de MS, em três cortes sucessivos do braquiário, respectivamente. Da mesma forma, também estão aquém das exigências de bovinos em pastejo, que são da ordem de 11,2 g/kg de MS ou 70 g/kg de proteína bruta (Milford e Minson, 1966, citados por Ferrari Neto, 1991).

TABELA 9 - Teor e acumulação de nitrogênio na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (g/kg)					
	1º corte		2º corte		3º corte	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	17,6 cd A	16,9 b A	12,6 cd A	10,3 ef A	8,6 c A	8,5 c A
C2	20,6 c A	20,8 b A	14,7 c A	10,8 ef B	10,5 c A	8,2 c A
- Cal	38,9 a A	21,8 b B	12,2 cd A	12,3 e A	9,8 c A	10,9 c A
- N	10,6 d A	8,7 c A	9,1 d A	6,8 f A	5,3 c A	5,3 c A
- P	- <sup>1</sup>	-	31,4 a A	33,1 c A	30,0 ab A	26,6 ab A
- K	43,6 a A	36,0 a B	25,1 b B	39,9 b A	24,6 b A	21,1 b B
- S	30,3 b A	24,7 b B	23,7 b B	41,3 b A	25,4 b A	26,3 ab A
- Micro	20,5 c A	17,5 b A	9,8 d B	20,7 d A	8,6 c A	8,3 c A
- Ca	35,6 ab A	20,9 b B	11,4 cd B	42,3 b A	10,2 c A	8,8 c A
- Mg	29,1 b A	19,6 b B	11,5 cd B	48,6 a A	10,1 c A	10,3 c A
Test.	-	-	-	-	32,1 a A	29,3 a A
CV (%)	12,47		8,41		13,52	

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	347 b A	352 ab A	165 a A	165 d A	266 ab A	296 a A	777 a A	813 bc A
C2	321 b B	380 a A	156 ab A	119 e B	294 a A	245 bcd B	772 a A	744 c A
- Cal	211 c B	295 b A	127 ab A	107 ef A	228 bcd A	229 bcd A	566 b B	631 d A
- N	88 d A	65 d A	25 e A	22 g A	35 f A	35 e A	148 e A	122 f A
- P	- <sup>1</sup>	-	37 de B	70 f A	208 cde B	261 abc A	245 d B	332 e A
- K	436 a A	357 ab B	154 ab B	268 c A	178 de A	195 d A	668 a A	820 bc A
- S	223 c A	209 c A	78 cd B	179 d A	163 e B	212 cd A	464 c B	599 d A
- Micro	328 b A	322 ab A	129 ab B	234 c A	266 ab A	272 ab A	723 a B	829 bc A
- Ca	238 c A	284 bc A	118 bc B	370 b A	253 ab A	244 bcd A	609 b B	898 ab A
- Mg	345 b A	305 ab A	116 ab A	451 a A	241 bc A	229 bcd A	701 a B	984 a A
Test.	-	-	-	-	43 f A	66 e A	43 f A	66 f A
CV (%)	10,61		10,67		9,09		5,80	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 10 - Teor e acumulação de nitrogênio na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (g/kg)								
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>				3º Cultivo <sup>2</sup>		
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV	
C1	42,8 b A	42,8 bc A	20,5 e A	17,9 d A	22,1 e A	20,1 d A			
C2	50,0 ab A	43,3 bc B	44,4 cd A	20,2 d B	42,4 cd A	38,9 c A			
- Cal	41,7 b B	51,8 ab A	46,1 bcd A	51,3 a A	54,0 b A	54,9 a A			
- N	19,0 c A	15,7 d A	21,1 e A	24,1 d A	21,0 e A	25,1 d A			
- P	40,3 b A	44,1 bc A	60,3 a A	39,1 bc B	40,8 d A	41,3 c A			
- K	45,7 b A	46,9 abc A	42,0 d A	44,0 abc A	39,9 d A	35,1 c A			
- S	42,6 b A	41,8 bc A	52,2 abc A	41,3 bc B	44,9 bcd A	44,1 bc A			
- Micro	45,7 b A	41,4 c A	25,9 e A	20,7 d A	46,5 bcd A	37,1 c B			
- Ca	- <sup>3</sup>	-	60,6 a A	42,3 abc B	50,5 bc A	53,1 ab A			
- Mg	56,4 a A	54,9 a A	56,0 a A	45,3 ab B	67,6 a A	41,5 c B			
Test.	-	-	55,3 ab A	34,7 c B	42,3 cd A	40,9 c A			
CV (%)	9,04		8,77				8,13		

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º Cultivo		2º Cultivo		3º Cultivo		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	221 ab B	316 a A	561 ab A	427 b B	324 bc A	313 ab A	1106 b A	1056 a A
C2	245 a A	258 bc A	462 c A	316 c B	293 c A	252 bc A	1000 b A	826 cd B
- Cal	65 c A	56 e A	84 g A	82 d A	104 e A	134 de A	253 de A	272 ef A
- N	96 c A	115 d A	344 d A	322 c A	190 d B	257 bc A	630 c A	694 d A
- P	82 c A	86 de A	155 fg A	86 d B	116 de A	135 de A	353 d A	307 e A
- K	235 ab B	283 ab A	490 bc B	536 a A	383 ab A	283 b B	1107 b A	1101 a A
- S	183 b B	248 bc A	303 de A	328 c A	280 c A	321 ab A	766 c B	897 bc A
- Micro	233 ab A	227 c A	578 a A	417 b B	448 a A	379 a B	1259 a A	1023 ab B
- Ca	- <sup>3</sup>	-	136 g A	133 d A	121 de B	182 cd A	257 de A	315 e A
- Mg	194 ab B	228 c A	230 ef A	264 c A	312 bc A	249 bc B	736 c A	741 d A
Test.	-	-	88 g A	64 d A	90 e A	86 e A	178 e A	150 f A
CV (%)	10,42		9,61		12,46		7,51	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise

Para a soja, deve-se lembrar, que os teores apresentados na Tabela 10, para o 1º cultivo, referem-se à parte aérea total (caule + ramos + folhas) e para o 2º e 3º cultivos referem-se às folhas. No 1º cultivo, os teores de N na parte aérea no tratamento -N, em ambos os solos, foram bem menores do que no C1, sendo que as plantas mostraram sintomas característicos de deficiência do nutriente, embora as produções de MS não fossem estatisticamente diferentes entre estes dois tratamentos (Tabela 7). No 2º e 3º cultivos, os teores de N no C1 e no -N foram iguais, mas a produção de MS do C1 foi bem maior (Tabela 7), sendo que foram observados sintomas típicos de deficiência de N no -N. Certamente, no C1, houve um efeito de diluição do N aplicado pela grande resposta da planta em crescimento à sua aplicação, observando-se, neste caso, o chamado “efeito Steenbjerg” (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989). O que não se conseguiu explicar foi o aparecimento de sintomas de deficiência do nutriente só no -N, sendo que seus teores foram iguais ao C1. Ressalta-se, também, que a aplicação dos demais nutrientes foi igual para ambos os tratamentos. Não se deve descartar, também, alguma contribuição da fixação biológica do N<sub>2</sub>, visto a presença de nódulos no sistema radicular das plantas, embora insuficiente para suprir adequadamente as plantas em N. Lembra-se que não foi realizada a inoculação das sementes da soja com o rizóbio específico.

Os níveis críticos (adequados) de N nas folhas recém-maduras com pecíolo, na época de florescimento foram estabelecidos por Sfredo et al. (1986) entre 40,1 e 55,0 g/kg de MS; Trani, Hiroce e Bataglia (1983) como 45,0 g/kg de MS e por Malavolta (1980), de 35,0 g/kg de MS. Os teores foliares de N observados no 2º e 3º cultivos da soja no C1 e no -N (Tabela 10), encontram-se abaixo daqueles acima citados, indicando deficiência do nutriente. Deve-se ressaltar que os teores foram avaliados em todas as folhas da planta e não apenas nas recém-maduras, o que, certamente, contribuiu para reduzir estes teores. Nos demais tratamentos, de maneira geral, os teores estiveram dentro das faixas adequadas citadas.

Tal como observado para o braquiarião, o acúmulo de N na parte aérea da soja seguiu a produção de MS, sendo, portanto, mais influenciado por este parâmetro do que pelos teores observados. Interessante destacar, que o acúmulo de N na soja no -N, na média dos dois solos, foi 61% daquele observado no C1 (Tabela 10) e no braquiarião, este valor foi de 17% (Tabela 9), sendo que a primeira espécie, no -N, acumulou cerca de cinco vezes mais N do que a segunda.

Neste caso, não pode-se descartar a possibilidade de contribuição da fixação simbiótica do  $N_2$  para a soja.

#### 4.2.2 Fósforo

Os teores e quantidades acumuladas de fósforo na parte aérea do braquiário e da soja são mostrados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. Observa-se efeito dos tratamentos em todos os cortes ou cultivos, nos dois solos estudados, sendo que o LE mostrou-se mais limitante devido às suas características e propriedades (Tabela 1), que favorecem maior fixação do P. No braquiário (Tabela 11), os teores mais elevados ocorreram nos tecidos das plantas que tiveram menor desenvolvimento, devido ao efeito de concentração do nutriente (Jarrel e Beverly, 1981), à exceção do tratamento em que o P foi omitido (-P) e da Test., onde o teor mostrou-se deficiente e sintomas característicos dessa deficiência puderam ser visualizados logo nas primeiras semanas após a germinação, em ambos os solos estudados. É importante destacar que para o braquiário os teores de P, tanto no tratamento C1 como no -P estariam também abaixo da concentração requerida pelo gado de corte (animais adultos e reprodutores), que necessitam de teores de pelo menos 1,7 g/kg na MS (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984).

Para a soja (Tabela 12), os teores de P não apresentaram uma tendência bem definida, quando relacionados com a produção de MS, caracterizando efeitos de diluição e concentração. Os baixos teores de P observados no tratamento -P, indicam a severa limitação que ambos os solos apresentam com relação a este nutriente, o que promoveu o pequeno crescimento da espécie, como já discutido (Tabelas 7 e 8 e Figuras 3 e 4). Interessante notar na Tabela 12, que nos tratamentos com omissão de Ca e/ou Mg (-Ca, -Ca e -Mg), os teores de P apresentaram-se bastante baixos. As Tabelas 7 e 8, mostram que estes tratamentos afetaram drasticamente o crescimento da soja, principalmente o sistema radicular. Portanto, atribui-se esta menor concentração de P nestes tratamentos, à possível "fixação" do P devido ao pH ácido dos solos (Tabelas 3 e 4), bem como à menor capacidade de exploração do solo e de absorção pelo sistema radicular, lembrando-se, também, que o P move-se no solo a curtas distâncias, por difusão. Não pode-se deixar de ressaltar, também, o papel do Ca na integridade e funcionamento das membranas celulares e do efeito sinérgico que o Mg apresenta na absorção do P (Faquin, 1994).

TABELA 11 - Teor e acumulação de fósforo na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (g/kg)							
	1º corte		2º corte		3º corte			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	1,50 d A	1,67 c A	0,97 c B	1,33 c A	0,36 cd A	0,63 f A		
C2	1,23 d B	2,10 abc A	0,80 c B	1,43 c A	0,73 cd A	0,63 f A		
- Cal	1,83 cd A	1,63 c A	0,67 c B	1,43 c A	0,83 cd B	1,10 de A		
- N	2,00 bcd A	2,40 abc A	2,30 b B	4,03 a A	0,53 cde B	3,60 b A		
- P	- <sup>1</sup>	-	0,53 c A	0,60 d A	0,60 cd A	0,20 g B		
- K	3,10 a A	2,80 a A	1,80 b B	2,37 b A	2,00 b A	1,60 c B		
- S	2,40 abc A	2,53 ab A	3,70 a A	4,60 a A	4,20 a A	4,33 a A		
- Micro	1,73 cd A	1,70 bc A	0,87 c B	1,43 c A	0,57 cd A	0,77 ef A		
- Ca	0,17 e B	1,83 bc A	0,83c B	1,20 c A	0,50 de A	0,63 f A		
- Mg	2,80 ab B	1,90 bc A	0,90 c B	1,27 c A	0,87 c B	1,20 d A		
Test.	-	-	-	-	0,23 e A	0,20 g A		
CV (%)	16,54		13,18		10,73			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	29,53 ab A	34,94 ab A	12,63 a B	21,48 a A	19,46 b A	22,03 cd A	61,61 a B	78,44 a A
C2	19,26 bcd B	38,37 a A	8,44 abc B	15,83 bcd A	20,58 b A	18,87 de A	48,28 b B	73,07 a A
- Cal	9,60 de B	22,29 cd A	6,90 bc B	12,46 cde A	19,44 b B	22,95 bcd A	35,94 c B	57,70 bc A
- N	16,58 d A	17,90 d A	6,17 c B	12,98 cde A	3,55 e B	23,80 bc A	26,30 cd B	54,68 c A
- P	- <sup>1</sup>	-	0,64 d A	1,25 f A	4,19 e A	1,97 f A	4,83 e A	3,23 d A
- K	30,87 a A	28,00 abcd A	11,16 ab B	15,76 bcd A	14,60 cd A	14,70 e A	56,62 ab A	58,45 bc A
- S	17,65 cd A	21,49 cd A	12,50 a B	19,89 ab A	26,97 a B	34,88 a A	57,12 ab B	76,26 a A
- Micro	27,66 abc A	31,54 abc A	11,33 a B	16,34 bc A	17,54 bc B	24,98 bc A	56,54 ab B	72,85 a A
- Ca	1,03 e B	24,85 bcd A	8,67 abc A	10,54 e A	12,44 d B	17,58 e A	22,13 d B	52,98 c A
- Mg	32,98 a A	29,65 abc A	9,03 abc B	11,76 de A	20,67 b B	26,79 b A	62,68 a A	68,21 ab A
Test.	-	-	-	-	0,31 e A	0,45 f A	0,31 e A	0,46 d A
CV (%)	16,62		14,07		9,50		9,13	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 12 - Teor e acumulação de fósforo na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (g/kg)							
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>				3º Cultivo <sup>2</sup>	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	2,68 ab A	2,34 a A	1,23 bcd A	1,37 b A	1,17 de A	1,13 de A		
C2	2,14 bc A	2,37 a A	1,57 b A	1,53 b A	1,80 b A	1,63 c A		
- Cal	1,17 de B	2,04 ab A	0,73 ef A	0,77 c A	0,97 ef A	0,77 ef A		
- N	1,42 d A	1,61 b A	0,97 cde B	1,33 b A	1,03 ef A	1,10 de A		
- P	0,68 e A	0,66 c A	0,60 f A	0,60 c A	0,70 f A	0,63 f A		
- K	2,02 c A	1,53 b B	2,47 a A	2,33 a A	1,70 bc B	2,40 ab A		
- S	2,89 a A	2,45 a B	2,80 a A	2,60 a A	2,37 a A	2,23 b A		
- Micro	2,42 abc A	2,01 ab B	1,30 bc B	1,53 b A	2,37 a B	2,73 a A		
- Ca	<sup>3</sup>	-	0,63 ef A	0,83 c A	1,40 cd A	1,43 cd A		
- Mg	2,14 bc A	2,42 a A	0,87 ef B	1,27 b A	1,20 de B	1,70 c A		
Test.	-	-	0,90 def A	0,83 c A	0,73 f A	0,70 f A		
CV (%)	11,24		9,73				8,94	

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º Cultivo		2º Cultivo		3º Cultivo		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	13,8 a B	17,2 a A	32,2 a A	32,0 a A	17,6 b A	18,7 bc A	63,6 ab A	67,9 a A
C2	10,6 b B	14,1 abc A	16,6 b B	22,5 b A	12,9 cd A	11,0 de A	40,1 c B	47,6 cd A
- Cal	1,9 d A	2,2 e A	1,0 c A	1,0 e A	1,7 f A	1,6 f A	4,6 f A	4,8 f A
- N	7,2 c B	11,8 bcd A	13,0 b B	17,2 c A	9,4 de A	11,2 de A	29,6 d B	40,2 d A
- P	1,4 d A	1,3 e A	1,4 c A	1,1 e A	1,8 f A	1,8 f A	4,6 f A	4,2 f A
- K	10,4 bc A	9,2 d A	28,6 a A	29,4 a A	17,1 bc A	19,7 b A	56,1 b A	58,3 b A
- S	12,4 ab B	14,5 ab A	15,0 b B	19,0 bc A	14,4 bc A	15,1 cd A	41,8 c B	48,6 c A
- Micro	12,4 ab A	11,0 cd A	28,4 a A	31,0 a A	24,2 a B	29,0 a A	65,0 a B	71,0 a A
- Ca	<sup>3</sup>	-	1,2 c A	2,2 e A	2,8 f A	4,7 f A	4,0 f A	6,9 f A
- Mg	7,4 c B	10,1 d A	3,3 c B	7,8 d A	5,5 ef B	10,2 e A	16,2 e B	28,1 e A
Test.	-	-	1,0 c A	1,1 e A	1,2 f A	1,1 f A	2,2 f A	2,1 f A
CV (%)	12,34		12,45		15,50		9,26	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

No braquiarião, os efeitos no crescimento e na absorção de P não foram tão drásticos nestes tratamentos, visto ser uma espécie tolerante à acidez e menos exigente em Ca e Mg e, também, por apresentar um sistema radicular fasciculado, portanto, mais desenvolvido do que o da soja.

Para o braquiarião, observa-se que no 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> cortes os tratamentos que apresentaram maiores produções (C1, -Micro e C2) apresentaram teores foliares de P próximos dos níveis críticos determinados por Corrêa (1991), tanto em casa de vegetação quanto em campo, que variam entre 1,2 e 1,3 g/kg para obtenção de 80% da produção máxima. No entanto, no 3<sup>o</sup> corte estes teores sofreram acentuado declínio. A redução dos teores de P em gramíneas forrageiras com o aumento da idade ou em cortes sucessivos é destacada por Ferrari Neto (1991), como um importante fator a ser considerado nas comparações e foi também verificado por Passos (1994), sobretudo no 5<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> cortes do braquiarião, exceto quando a fonte de P foi o termofosfato magnésiano Yoorin.

No caso da soja, genericamente, os teores encontrados nas folhas do 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> cultivos, mesmo no C1, estão baixos, se comparados aos níveis de suficiência apresentados por Sfredo et al. (1986), que vão de 2,6 a 5,0 g P/kg de MS e abaixo dos níveis críticos sugeridos por Malavolta (1980) e Trani, Hiroce e Bataglia (1983), respectivamente, 3,0 e 2,5 g P/kg de MS. Moraes (1983), encontrou nas cultivares UFV-1 e UFV-4, cultivadas em LR distrófico de Lavras-MG, teores foliares de P, respectivamente, de 2,7 e 1,5 g/kg aos 40 dias; 1,7 e 1,8 g/kg aos 60 dias e 1,6 e 1,8 g/kg aos 80 dias após a emergência das plantas.

O fato dos teores aqui apresentados, mesmo nas plantas com desenvolvimento normal, ficarem mais baixos do que os níveis de suficiência referenciados, já era de certa forma esperado, em virtude de terem sido analisadas todas as folhas, e não somente as recém-maduras.

Os maiores acúmulos de P na parte aérea do braquiarião, foram registrados nos tratamentos que tiveram melhor desenvolvimento e no -Mg, que não limitou severamente a produção e apresentou altos teores e conseqüentemente elevada acumulação do nutriente, especialmente no 1<sup>o</sup> corte. As menores acumulações ocorreram na testemunha e no -P, nos quais o efeito da omissão do P foi tão drástico que a produção de MS foi até mesmo insuficiente para se proceder às análises de tecido.

Quanto à acumulação de P na matéria seca da parte aérea da soja, verifica-se que no total, as maiores quantidades foram acumuladas no C1 e no -Micro, influenciadas tanto pela maior

produção de MS quanto pelos teores destes dois tratamentos. Inversamente, as menores acumulações se deram na Test., -P, -Cal e -Ca, que além dos baixos teores apresentados ainda tiveram produções de MS bem menores, e também no -Mg, possivelmente em decorrência da interação entre este íon e o P (Malavolta, 1980), sendo que a insuficiência de Mg neste tratamento (-Mg) deve ter condicionado menor extração do P.

Os resultados apresentados, com destaque para os baixos teores encontrados no -P e na Test. e para a elevada limitação na produção de MS nestes tratamentos, confirmam a baixa capacidade que os solos estudados têm de fornecer fósforo às plantas, face à sua pobreza natural (Tabela 1) e à grande propensão à fixação do P adicionado. Assim, a adubação fosfatada, associada a uma calagem prévia, são práticas imprescindíveis para a exploração racional destes solos, buscando o fornecimento de P às plantas e reduzindo a capacidade de adsorção do nutriente (Malavolta, 1980 e Sousa, Lobato e Miranda, 1993).

#### 4.2.3 Potássio

Os teores e quantidades acumuladas de K na parte aérea do braquiário e da soja são mostrados nas Tabelas 13 e 14, respectivamente. O efeito dos tratamentos sobre estes parâmetros foi marcante em todos os cortes ou cultivos das espécies, em ambos os solos estudados. No braquiário, a exemplo do que ocorreu para o N, observa-se em geral, maiores teores nos tratamentos que tiveram menor desenvolvimento vegetativo, devido ao efeito de concentração do K naqueles tratamentos (Jarrel e Beverly, 1981) e também nos tratamentos onde o Ca e/ou Mg foi omitido (-Cal, -Ca e -Mg). São bem conhecidas e destacadas na literatura, as interações entre o Ca, o Mg e o K no processo de absorção iônica, onde a presença de um tende a reduzir a absorção do outro (Malavolta, 1980).

Já para a soja (Tabela 14), de maneira geral, não houve uma relação íntima entre o crescimento e concentração, que pudesse explicar os teores de K em termos de concentração e diluição, à exceção do 2º cultivo. O efeito da interação entre o Ca, o Mg e o K, também ficou bem evidente para a soja. As coberturas diferenciadas com o K (Tabela 23A), realizadas em função do crescimento das plantas, pode também, explicar a grande diversidade de teores do nutriente

TABELA 13 - Teor e acumulação de potássio na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (g/kg)							
	1º corte		2º corte		3º corte			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	11,3 d A	12,0 b A	5,7 f A	5,7 e A	5,5 d A	5,9 de A		
C2	16,4 c A	15,1 b A	7,2 ef A	6,3 de A	4,9 d A	4,4 e A		
- Cal	18,0 bc A	19,1 a A	9,8 d A	9,4 bc A	8,7 bc A	8,7 c A		
- N	19,7 abc A	21,0 a A	18,5 b A	14,8 a B	14,8 a A	11,7 b B		
- P	¹	-	13,9 c A	11,7 b B	13,7 a A	11,3 b B		
- K	3,1 e A	3,1 c A	1,2 g A	0,4 f A	1,4 e A	1,2 f A		
- S	21,6 ab A	21,0 a A	22,7 a A	15,3 a B	15,8 a A	14,8 a A		
- Micro	17,5 c A	13,4 b A	7,2 ef A	6,7 de A	6,5 cd A	5,8 de A		
- Ca	18,9 ab A	21,0 a A	9,7 d A	8,4 cd A	6,6 cd A	5,3 e A		
- Mg	22,1 a A	21,9 a A	9,2 de A	9,2 c A	9,2 b A	8,7 c A		
Test.	-	-	-	-	10,9 b A	7,8 cd B		
CV (%)	8,13		8,98		10,00			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	222,7 ab A	251,4 b A	75,0 bc B	92,1 a A	170,4 b B	203,0 a A	468,2 bc B	546,5 b A
C2	255,2 a A	276,0 ab A	77,0 bc A	70,0 b A	145,3 b A	131,3 bc A	477,5 b A	477,2 b A
- Cal	99,6 c B	260,7 b A	101,4 a A	92,0 ab B	201,8 a A	180,7 a B	402,8 cd B	523,4 b A
- N	162,9 bc A	159,2 c A	50,5 d A	47,6 c A	98,7 c A	77,4 d B	312,1 e A	284,2 d A
- P	¹	-	16,6 e A	24,9 d A	94,7 c B	111,3 c A	111,3 f A	136,2 e A
- K	30,8 d A	30,2 d A	7,4 e A	2,7 e A	10,5 d A	11,0 e A	48,6 fg A	43,9 f A
- S	160,3 bc A	177,9 c A	74,8 c A	66,3 bc A	101,3 c B	119,2 c A	336,4 de A	363,4 c A
- Micro	279,5 a A	248,3 b A	94,3 ab A	76,7 ab B	200,0 a A	190,5 a A	573,8 a A	515,4 b B
- Ca	127,1 c B	284,8 ab A	101,0 a A	73,4 ab B	164,4 b A	147,5 d B	392,5 d B	505,6 b A
- Mg	261,8 a B	340,4 a A	92,5 abc A	85,3 ab A	219,6 a A	193,3 a B	573,8 a B	619,0 a A
Test.	-	-	-	-	14,5 d A	17,6 e A	14,5 g A	17,6 f A
CV (%)	12,03		10,84		7,63		7,12	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

¹ Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 14 - Teor e acumulação de potássio na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (g/kg)											
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>				3º Cultivo <sup>2</sup>					
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV				
C1	28,9 ab	A	26,2 b	A	9,6 f	A	9,1 e	A	13,5 de	A	13,5 d	A
C2	26,1 bc	A	25,8 b	A	23,7 b	A	16,8 c	B	22,3 b	A	21,7 b	A
- Cal	32,7 a	B	38,7 a	A	35,9 a	A	35,8 a	A	26,5 a	B	29,9 a	A
- N	22,6 c	A	20,7 cd	A	14,8 cd	A	15,2 cd	A	14,4 cd	B	17,0 c	A
- P	7,6 d	A	10,0 e	A	16,1 c	A	16,6 c	A	14,5 cd	B	16,6 c	A
- K	10,6 d	A	9,1 e	A	1,9 g	A	1,8 f	A	2,7 f	A	3,1 e	A
- S	22,6 c	A	16,4 d	B	10,1 ef	A	9,1 e	A	12,0 de	A	13,1 d	A
- Micro	29,2 ab	A	17,6 d	B	11,7 def	A	11,7 de	A	22,9 b	A	21,4 b	A
- Ca	- <sup>3</sup>		-		34,3 a	A	33,2 a	A	21,1 b	A	21,9 b	A
- Mg	33,6 a	A	22,7 bc	B	25,5 b	A	24,2 b	A	16,3 c	B	22,4 b	A
Test.	-		-		14,2 cde	A	13,0 cde	A	11,1 e	B	13,5 d	A
CV (%)	8,41		8,66				5,83					

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)															
	1º Cultivo		2º Cultivo				3º Cultivo				Total					
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV						
C1	148,8 a	B	194,4 a	A	271,4 a	A	216,0 b	B	226,8 a	A	215,8 ab	A	647,0 a	A	626,2 a	A
C2	128,4 ab	B	154,1 b	A	247,9 a	A	253,4 a	A	174,5 b	A	148,6 cd	B	550,8 b	A	556,2 b	A
- Cal	51,4 cd	A	41,9 d	A	48,6 de	A	49,3 ef	A	49,6 cd	A	63,8 e	A	149,6 f	A	155,0 ef	A
- N	114,9 ab	B	152,5 b	A	208,3 b	A	206,3 b	A	146,0 b	B	185,8 bc	A	469,2 c	B	544,6 b	A
- P	15,4 d	A	19,5 d	A	38,3 ef	A	34,6 efg	A	40,4 cd	A	48,8 ef	A	94,1 g	A	102,9 fg	A
- K	54,5 c	A	54,7 d	A	21,2 ef	A	21,1 fg	A	24,9 d	A	22,6 f	A	100,6 fg	A	98,4 g	A
- S	97,0 b	A	97,5 c	A	46,2 de	A	57,0 e	A	64,4 c	A	74,2 e	A	207,6 e	A	228,7 d	A
- Micro	150,6 a	A	96,4 c	B	270,4 a	A	251,6 a	B	256,6 a	A	244,8 a	A	677,6 a	A	592,8 ab	B
- Ca	- <sup>3</sup>		-		69,8 cd	B	96,6 d	A	50,3 cd	B	75,2 e	A	120,1 fg	B	171,8 e	A
- Mg	115,6 ab	A	95,4 c	A	97,4 c	B	155,2 c	A	79,4 c	B	140,4 d	A	292,4 d	B	391,0 c	A
Test.	-		-		14,7 f	A	14,1 g	A	17,8 d	A	20,8 f	A	32,5 h	A	34,9 h	A
CV (%)	14,04		9,15				13,09				6,11					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

observadas nas plantas, embora no 1º cultivo a dose de K aplicada nos tratamentos pertinentes tenha sido a mesma, já que foi realizada apenas a adubação básica, antes do plantio.

Onde o K foi omitido (-K) observou-se quase sempre os menores teores do nutriente, considerados deficientes para ambas as espécies, razão pela qual sintomas visuais de deficiência foram diagnosticados em todos os cortes do braquiarião e a partir do 2º cultivo na soja.

No caso do braquiarião, os teores de K encontrados no 1º corte, exceto no -K, estão próximos e quase sempre superiores aos 8,2 g/kg de MS considerados pelo CIAT (1981) como o nível crítico para o estabelecimento da forrageira, e também da faixa entre 14,45 e 18,45 g/kg de MS, encontrada por Marun (1990) no braquiarião, em corte realizado aos 45 dias após o plantio. A redução dos teores de K com a sucessão dos cortes pode estar relacionada com o período de cultivo e com o crescimento das plantas, apesar das coberturas realizadas com K nos tratamentos pertinentes. Os baixos teores de K observados no -K, indicam a pobreza dos solos neste nutriente, tendo ocasionado, como visto, uma drástica redução no crescimento da forrageira (Tabelas 5 e 6).

No tratamento -K, em todos os cortes, os teores de potássio na forrageira estão, também, deficientes para a alimentação de gado de corte, cujo requerimento vai de 5 a 7 g/kg de matéria seca (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984). No tratamento C1 os teores encontraram-se dentro desta faixa (Tabela 13).

Comparando-se os teores de K nas folhas, no 2º e 3º cultivos da soja (Tabela 14), com aqueles estabelecidos como críticos por Trani, Hiroce e Bataglia (1983) (17,0 g/kg) e por Sfredo et al. (1986) (17,1-25,0 g/kg), observa-se que para o C1, os teores encontram-se abaixo destes níveis, embora nenhum sintoma de deficiência tenha sido observado. Uma possível justificativa destes menores teores no C1, é que a análise foi realizada em amostra de todas as folhas e não daquelas recém maduras. Os baixos teores de K no -K, tal como observado para o braquiarião, indicam a baixa fertilidade dos solos no nutriente, com sérias restrições ao crescimento da leguminosa (Tabelas 7 e 8).

A acumulação de K na parte aérea do braquiarião assemelhou-se à de N, com maior acúmulo no tratamento -Mg, que não limitou tão severamente a produção e apresentou teores proporcionalmente altos de K, e nos tratamentos que apresentaram maiores produções de matéria seca. As menores acumulações ocorreram na testemunha (só computada no 3º corte) e no tratamento -K, em função das limitações já relatadas.

A acumulação de K na parte aérea da soja tendeu a acompanhar a produção de MS. Os tratamentos C1 e - Micro apresentaram maior acúmulo total de K que os demais e a testemunha, o menor. Baixíssimas quantidades acumuladas foram também registradas no -P, o qual além de baixos teores, apresentou também, sempre pequenas produções de MS e no -K, devido aos teores deficientes e ao pequeno crescimento das plantas neste tratamento.

Os resultados apresentados confirmam que o K é também um importante nutriente a ser considerado nos programas de adubação dos solos estudados, havendo necessidade de suprimento adicional às espécies, para que se atinja níveis nutricionais adequados e elevadas produtividades.

#### 4.2.4 Cálcio

Nas Tabelas 15 e 16 encontram-se os teores e quantidades acumuladas de Ca no braquiário e na soja. Observa-se que houve efeito dos tratamentos em todos os cortes ou cultivos de ambas as espécies, nos dois solos estudados. Os maiores teores de Ca, na média dos solos, foram encontrados no tratamento -K, o que não se explica somente pelo efeito de concentração do nutriente na planta, posto que outros tratamentos com menor produção de MS e mesma dose de Ca na adubação básica, apresentaram teores menores. Portanto, a exemplo do que foi comentado sobre a interação iônica entre o K e o Ca, deve-se atribuir este comportamento ao fato de que, diante da omissão de K no tratamento -K, houve menor competição entre os dois cátions, favorecendo a absorção de Ca. Este fato foi também observado por Ferrari Neto (1991), em *B. decumbens* e Morikawa (1993) no braquiário.

Diferentemente dos resultados obtidos por estes dois autores, a omissão de Ca teve efeito significativo não só no teor e acumulação do elemento na parte aérea da forrageira, mas também, na produção de matéria seca (Tabelas 5 e 6). À exceção do 2º corte do braquiário, evidencia-se que onde o Ca foi omitido (-Ca1 e -Ca) os teores estiveram abaixo dos 3,7 g/kg de MS, tidos pelo CIAT (1981), como nível crítico para o estabelecimento da espécie e daqueles encontrados no tratamento completo do trabalho de Morikawa (1993), que foram 5,1, 10,5 e 8,8 g/kg de MS em três cortes sucessivos do braquiário. Também estão abaixo dos teores quantificados por Marun (1990), que para o braquiário, ficaram entre 4,3 e 6,6 g/kg de MS. Nos tratamentos que receberam a calagem, os teores, em média estiveram acima do nível crítico, evidenciando a

TABELA 15 - Teor e acumulação de cálcio na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (g/kg)					
	1º corte		2º corte		3º corte	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	3,6 b B	8,2 b A	13,2 b A	13,0 b A	6,8 b A	7,8 bc A
C2	1,1 c B	5,0 c A	8,6 c A	9,1 c A	5,2 bc A	5,7 cd A
- Cal	1,0 c B	2,4 d A	3,9 d A	4,5 d A	1,9 d A	2,4 e A
- N	2,0 bc B	6,0 c A	9,4 c A	8,6 c A	5,6 b A	5,5 cd A
- P	- <sup>1</sup>	-	10,2 c A	9,8 c A	5,3 bc A	6,3 c A
- K	7,3 a B	11,2 a A	16,2 a B	19,2 a A	18,5 a A	18,3 a A
- S	2,5 bc B	6,1 c A	9,9 c A	9,8 c A	6,3 b A	6,9 bc A
- Micro	3,6 b B	8,0 b A	13,2 b A	13,4 b A	7,6 b A	8,9 b A
- Ca	0,9 c B	2,7 d A	4,0 d A	4,2 d A	2,4 d A	3,0 e A
- Mg	1,3 c B	4,6 c A	8,4 c A	9,2 c A	6,1 b A	7,1 bc A
Test.	-	-	-	-	2,8 cd A	3,5 de A
CV (%)	15,34		8,33		13,54	

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	72 a B	170 a A	173 a B	208 a A	208 a B	270 a A	453 a B	648 a A
C2	17 b B	93 bc A	92 b A	100 c A	147 b B	170 b A	256 bc B	363 cd A
- Cal	5 b B	32 e A	40 c A	39 d A	45 c A	50 cd A	91 de A	121 ef A
- N	17 b B	43 e A	25 cd A	28 d A	37 cd A	36 de A	79 de A	109 ef A
- P	- <sup>1</sup>	-	12 d A	21 d A	37 cd B	62 cd A	49 ef B	83 f A
- K	73 a B	113 b A	101 b B	129 b A	134 b B	168 b A	308 b B	409 c A
- S	18 b B	52 de A	33 cd A	42 d A	40 c A	56 cd A	91 de B	150 e A
- Micro	58 a B	148 a A	172 a A	153 b B	235 a B	290 a A	465 a B	591 b A
- Ca	6 b B	36 e A	41 c A	37 d A	60 c B	83 c A	107 d B	156 e A
- Mg	16 b B	71 cd A	84 b A	86 c A	145 b A	157 b A	245 c B	314 d A
Test.	-	-	-	-	4 d A	8 e A	4 f A	8 g A
CV (%)	16,04		11,50		11,31		8,72	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 16 - Teor e acumulação de cálcio na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (g/kg)									
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>				3º Cultivo <sup>2</sup>			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	20,5 bc A	20,0 ab A	13,4 bc A	14,3 b A	10,6 cd A	10,6 e A				
C2	10,5 e A	10,6 e A	10,9 c A	10,1 c A	9,1 d A	10,2 e A				
- Cal	3,4 f A	3,7 f A	3,3 e B	7,0 d A	3,5 e B	5,2 f A				
- N	16,4 d A	15,8 d A	15,1 b A	16,2 b A	12,1 bc A	12,4 de A				
- P	14,5 d A	15,9 d A	20,4 a A	21,6 a A	18,3 a A	19,3 b A				
- K	22,8 ab A	22,6 a A	21,8 a A	21,8 a A	18,6 a B	22,9 a A				
- S	23,8 a A	18,8 bc B	21,5 a A	19,3 a B	17,7 a A	16,0 c B				
- Micro	19,9 c A	16,4 cd B	14,3 b A	14,2 b A	12,4 bc A	13,3 d A				
- Ca	- <sup>3</sup>	-	4,4 de A	4,6 d A	2,9 e A	3,2 f A				
- Mg	10,9 e A	7,8 e B	14,7 b A	14,2 b A	14,4 b B	17,2 bc A				
Test.	-	-	7,2 d B	11,0 c A	8,9 d B	10,8 de A				
CV (%)	6,78		7,80				7,40			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)									
	1º Cultivo		2º Cultivo				3º Cultivo		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	106 a B	148 a A	343 a A	325 a A	164 a A	167 a A	613 a A	640 a A		
C2	51 c A	63 d A	116 d B	154 d A	68 e A	69 ef A	235 e B	286 ef A		
- Cal	5 e A	4 f A	6 f A	9 f A	7 f A	11 g A	18 g A	24 h A		
- N	84 b B	116 b A	200 c A	207 c A	114 bc B	130 bc A	398 c B	453 d A		
- P	29 d A	31 e A	48 ef A	46 f A	51 e A	56 f A	128 f A	133 g A		
- K	117 a B	137 a A	245 b A	263 b A	182 a A	178 a A	544 b B	578 b A		
- S	102 ab A	112 b A	103 d A	122 de A	94 cd A	91 de A	299 d A	325 e A		
- Micro	102 ab A	90 c A	310 a A	291 ab A	126 b B	141 b A	538 b A	522 c A		
- Ca	- <sup>3</sup>	-	10 f A	14 f A	7 f A	11 g A	17 g A	25 h A		
- Mg	37 cd A	33 e A	58 e B	93 e A	73 de B	109 cd A	168 f B	235 f A		
Test.	-	-	9 f A	13 f A	16 f A	18 g A	25 g A	31 h A		
CV (%)	9,58		11,39				9,87		6,76	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

importância desta prática para o bom desenvolvimento das pastagens e adequada nutrição mineral do gado de corte, cuja exigência nutricional em Ca é de pelo menos 1,6 g/kg de MS, podendo ser muito maior quando se trata de vacas em lactação e de reprodutores (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984). Observa-se, portanto, que este valor é superior aos teores observados no 1º corte, em todos os tratamentos onde a calagem não foi realizada (C2, -Cal, -Ca e -Mg).

Verifica-se, também, que em todos os tratamentos ocorreu elevação dos teores de Ca do 1º para o 2º corte, possivelmente em função do menor crescimento das plantas neste último (exceto para o tratamento -Cal no LE), o que teria promovido um efeito de concentração do nutriente. Este fato já fora observado por outros autores, como Carriel et al. (1989) e Ferrari Neto (1991) em *B. decumbens* e Morikawa (1993), no braquiário.

Também para a soja, os menores teores de Ca foram registrados nos tratamentos -Cal e -Ca, os quais estiveram sempre abaixo do nível crítico estabelecido por Malavolta (1980) e Trani, Hiroce e Bataglia (1983), que é de 10,0 g/kg de MS. Os teores de Ca nas folhas do tratamento C1, sempre estiveram acima do nível crítico citado. Além do tratamento -K, teores de Ca bastante elevados foram observados naqueles tratamentos que mais limitaram o crescimento da leguminosa, caracterizando-se, neste caso, um efeito de concentração (Jarrel e Beverly, 1981).

Assim sendo e considerando-se que na média dos dois solos, o Ca foi o nutriente mais limitante à produção de MS da soja (Tabelas 7 e 8), e também que nos tratamentos -Cal e -Ca foram observados sintomas característicos de deficiência de Ca, conclui-se que os solos não são capazes de suprir as necessidades da cultura, reafirmando a importância crucial da calagem, também como fonte de Ca para os dois solos estudados, a fim de que se possa proporcionar adequada nutrição e produção das plantas.

Como a acumulação nas plantas é resultante dos teores do nutriente nas mesmas e de sua produção de matéria seca, observou-se maiores acumulações totais nos tratamentos com maior produção de MS (C1 e -Micro), além do -K, por influência dos altos teores de Ca encontrados. Inversamente, as menores quantidades foram acumuladas nos tratamentos -Cal, Test. e -Ca, ressaltando-se o fato de que os dois últimos não foram contabilizados no 1º cultivo, mas sempre apresentaram baixos teores e pequenas produções.

Pelo total de Ca acumulado, o LV mostrou uma maior capacidade de suprir o elemento às plantas, do que o LE.

#### 4.2.5 Magnésio

Os valores relativos aos teores e acumulação de Mg na parte aérea do braquiário e da soja encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 17 e 18, pelas quais verifica-se que houve um grande efeito dos tratamentos em todos os cortes ou cultivos, em ambas as espécies e solos. A exemplo do que aconteceu com o Ca, os maiores teores foram sempre encontrados no tratamento -K, não somente em função do efeito de concentração pelo pequeno crescimento das plantas, mas também, à semelhança do Ca, pela interação K/Mg no processo de absorção (Malavolta, 1980).

Onde o nutriente foi omitido (-Ca e -Mg) registraram-se baixos teores, em todos os cortes ou cultivos, sendo que sintomas típicos de deficiência de Mg foram observados em ambas as espécies, o que comprova a incapacidade dos solos em suprir as necessidades das plantas, devido à pobreza natural dos mesmos em Mg (Tabela 1) e evidencia a importância da calagem, também como fonte de Mg.

Para o braquiário, nos dois primeiros cortes, os teores encontrados no tratamento C1 (Tabela 17) estiveram acima dos valores encontrados por Morikawa (1993) no tratamento completo, que em três cortes sucessivos de braquiário foram respectivamente 5,2, 4,4 e 3,0 g/kg de MS. Porém, no 3º corte houve uma queda abrupta nos teores, que com certeza deveu-se ao esgotamento das reservas dos solos e do Mg aplicado pelo calcário e também à diluição decorrente do acréscimo na produção de MS (Jarrel e Beverly, 1981). Nos tratamentos em que não se aplicou Mg os teores estiveram sempre abaixo desses limites, bem como daqueles determinados por Marun (1990), que apresentaram teores entre 2,8 e 10,2 g/kg de MS.

No tocante à nutrição animal, verifica-se que onde o Mg foi omitido (-Ca e -Mg), alguns teores estariam abaixo das necessidades de bovinos destinados a corte, que estão entre 0,5 e 2,5 g/kg de matéria seca (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984). No C1, bem como em todos os demais tratamentos, os teores foram superiores ao mínimo exigido.

Na soja, os menores teores foram encontrados onde o nutriente foi omitido (-Mg) e de modo geral também no tratamento -Ca, nos quais os teores de Mg encontrados estiveram, em média, sempre abaixo do nível crítico de 4,0 g/kg de MS (Malavolta, 1980; Trani, Hiroce e

TABELA 17 - Teor e acumulação de magnésio na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (g/kg)							
	1º Corte		2º Corte		3º Corte			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	9,7 b A	6,3 bc B	9,6 bc A	4,6 cd B	1,9 ef A	1,3 d B		
C2	2,7 de A	2,5 ef A	2,5 e A	1,6 e A	1,7 ef A	1,6 cd A		
- Cal	1,2 e A	1,2 f A	0,7 e A	0,7 e A	0,4 g A	0,4 e A		
- N	3,8 cd A	4,6 cde A	8,7 c A	6,1 c B	3,6 c B	4,4 b A		
- P	- <sup>1</sup>	-	5,7 d A	6,0 c A	4,3 b A	3,9 b B		
- K	16,6 a A	16,4 a A	16,6 a A	16,4 a A	8,0 a A	4,1 b B		
- S	5,0 c A	5,1 bcd A	9,9 bc A	9,6 b A	4,6 b B	5,1 a A		
- Micro	10,4 d A	6,9 b B	12,0 b A	6,3 c B	2,6 d A	1,9 c B		
- Ca	3,1 cde A	3,2 def A	3,3 de A	2,6 de A	2,2 de A	2,1 c A		
- Mg	1,1 e A	1,2 f A	0,5 e A	0,8 e A	0,4 g A	0,5 e A		
Test.	-	-	-	-	1,5 f B	2,2 c A		
CV (%)	14,74		16,29		8,04			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	192 a A	132 b B	126 b A	74 b B	60 b A	46 c B	377 a A	252 b B
C2	41 b A	46 c A	27 c A	17 de A	48 b A	49 bc A	115 c A	112 cd A
- Cal	6 c A	16 d A	7 c A	6 e A	9 d A	8 e A	22 ef A	30 ef A
- N	31 bc A	35 cd A	24 c A	20 de A	24 c A	29 d A	79 d A	84 d A
- P	- <sup>1</sup>	-	7 c A	13 de A	30 c B	38 cd A	37 e A	51 e A
- K	166 a A	163 a A	102 b A	111 a A	59 b A	38 cd B	327 b A	312 a A
- S	37 b A	43 cd A	33 c A	41 cd A	30 c B	41 cd A	100 cd B	125 c A
- Micro	166 a A	127 b B	157 a A	72 bc B	80 a A	63 a B	404 a A	262 b B
- Ca	21 bc B	44 cd A	34 c A	23 de A	54 b A	59 ab A	109 c A	126 c A
- Mg	13 bc A	19 cd A	5 c A	8 e A	9 d A	12 e A	27 ef A	39 e A
Test.	-	-	-	-	2 d A	5 e A	2 f A	5 f A
CV (%)	15,03		24,65		12,11		7,83	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 18 - Teor e acumulação de magnésio na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (g/kg)											
	1º Cultivo <sup>1</sup>				2º Cultivo <sup>2</sup>				3º Cultivo <sup>2</sup>			
	LE		LV		LE		LV		LE	LV		
C1	15,0 b	A	10,8 c	B	4,7 d	A	4,3 def	A	3,7 cd	A	2,7 ef	B
C2	5,7 cd	A	5,3 e	A	4,2 d	A	3,4 ef	A	3,4 de	A	2,8 ef	B
- Cal	3,1 de	A	3,3 ef	A	3,2 d	A	4,6 def	A	2,8 ef	A	3,0 de	A
- N	7,3 c	A	5,1 ef	B	4,4 d	A	4,9 de	A	3,6 de	A	3,5 de	A
- P	15,3 b	B	17,4 b	A	13,8 b	A	14,3 b	A	6,4 ab	A	6,3 a	A
- K	35,7 a	A	24,3 a	B	26,1 a	A	17,3 a	B	6,9 a	A	6,6 a	A
- S	14,7 b	A	8,7 cd	B	13,3 b	A	9,5 c	B	6,0 b	A	5,2 b	B
- Micro	12,4 b	A	5,9 de	B	4,7 d	A	4,8 def	A	4,4 c	A	3,7 cd	B
- Ca	- <sup>3</sup>		-		8,7 c	A	9,5 c	A	5,8 b	B	6,5 a	A
- Mg	2,4 e	A	1,9 f	A	2,8 d	A	2,5 f	A	2,1 f	A	2,1 f	A
Test.	-		-		5,0 d	A	6,2 d	A	3,9 cd	A	4,3 c	A
CV (%)	11,02				10,90				6,73			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)															
	1º Cultivo				2º Cultivo				3º Cultivo		Total					
	LE		LV		LE		LV		LE	LV	LE	LV				
C1	77 b	A	80 b	A	140 b	A	112 b	B	67 a	A	53 ab	B	284 b	A	245 b	B
C2	28 c	A	31 d	A	49 e	A	57 c	A	26 de	A	20 ef	B	103 e	A	108 e	A
- Cal	5 d	A	4 e	A	6 g	A	6 e	A	6 g	A	7 g	A	17 f	A	17 h	A
- N	37 c	A	38 cd	A	66 d	A	71 c	A	39 c	A	42 c	A	142 d	A	151 d	A
- P	31 c	A	34 d	A	32 f	A	28 d	A	19 ef	A	19 ef	A	82 e	A	81 f	A
- K	184 a	A	145 a	B	282 a	A	201 a	B	75 a	A	55 a	B	541 a	A	401 a	B
- S	63 b	A	52 c	B	62 de	A	60 c	A	34 cd	A	31 d	A	159 d	A	143 d	B
- Micro	63 b	A	32 d	B	117 c	A	110 b	A	50 b	A	46 bc	A	230 c	A	188 c	B
- Ca	- <sup>3</sup>		-		18 fg	A	27 d	A	13 fg	B	22 e	A	31 f	B	49 g	A
- Mg	8 d	A	8 e	A	12 g	A	15 de	A	11 fg	A	13 fg	A	31 f	A	36 gh	A
Test.	-		-		6 g	A	7 e	A	7 g	A	7 g	A	13 f	A	14 h	A
CV (%)	10,51				8,72				9,88		6,34					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

Bataglia, 1983) e também dos níveis encontrados por Ventura (1987), que estudando a composição da soja sob influência da combinação de três doses de K, Ca e Mg em solução nutritiva, obteve como média geral 5,8 g Mg/kg de MS nas folhas superiores e 6,2 g Mg/kg nas folhas inferiores.

À semelhança do Ca, em ambas as espécies, as maiores acumulações de Mg ocorreram nos tratamentos que tiveram maior produção de MS (C1 e -Micro) e no -K, em função dos teores mais elevados em todos os cortes, cuja somatória ocasionou elevada acumulação total. Os menores acúmulos se deram exatamente nos tratamentos que não receberam Mg, confirmando a baixa capacidade dos solos em suprir este nutriente. A calagem, portanto, é uma prática indispensável nestes solos, a fim de se criar condições adequadas ao desenvolvimento das culturas.

#### 4.2.6 Enxofre

Nas Tabelas 19 e 20 são mostrados os teores e quantidades acumuladas de S na parte aérea do braquiário e da soja, respectivamente, onde pode-se constatar que houve efeito dos tratamentos sobre estes parâmetros em todos os casos estudados.

Em ambas as espécies, os maiores teores de S foram observados no tratamento -K. Este fato não é explicado apenas pelo efeito de concentração, pois os teores de S no -K, foram superiores a outros tratamentos que limitaram de maneira mais significativa o crescimento das plantas, como é o caso do -P e -N no braquiário (Tabela 5) e -Cal, -Ca, -P e -Mg na soja (Tabela 7). Não se encontrou na literatura, interações entre o K e o S que pudessem explicar tal comportamento. Deve se lembrar que para a soja, no 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> cultivo, à exceção do -S e Test., foram efetuadas coberturas diferenciadas com S, o que pode, também, ter contribuído para esta variação.

Nas duas espécies, os teores observados no -S, apresentaram-se sempre bastante baixos, em relação aos demais tratamentos, o que promoveu em todos os cortes ou cultivos, sintomas característicos de deficiência do nutriente nas plantas. Morikawa (1993), em três cortes sucessivos do braquiário, obteve no tratamento completo, respectivamente, teores de S de 0,6, 0,8 e 0,7 g/kg de MS. Passos (1994), em seis cortes de braquiário, nos tratamentos que receberam gesso, observou teores de S que variaram de 1,1 a 3,1 g/kg de MS e Marun (1990), obteve teores de

TABELA 19 - Teor e acumulação de enxofre na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (g/kg)					
	1º corte		2º corte		3º corte	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	0,63 de B	1,00 bc A	1,63 bc A	1,43 c B	0,67 de A	0,73 de A
C2	0,70 de B	1,13 bc A	1,50 cd A	1,60 bc A	0,67 de A	0,79 d A
- Cal	1,43 b A	1,23 b A	1,43 cd B	1,73 bc A	0,97 c A	1,10 bc A
- N	0,53 de B	0,87 c A	1,83 b A	1,87 ab A	1,57 b B	1,80 a A
- P	- <sup>1</sup>	-	1,67 bc A	1,47 c B	1,63 b A	1,73 a A
- K	1,90 a A	1,87 a A	2,33 a A	2,17 a A	2,23 a A	2,00 a B
- S	0,40 e A	0,50 d A	0,83 e A	0,73 d A	0,43 e A	0,50 e A
- Micro	0,87 cd B	1,20 bc A	1,47 cd A	1,47 c A	0,80 cd A	0,86 cd A
- Ca	1,20 bc A	1,20 bc A	1,30 d B	1,53 c A	0,70 cde A	0,80 d A
- Mg	1,23 b A	1,33 b A	1,43 cd B	1,63 bc A	0,97 c B	1,13 b A
Test.	-	-	-	-	0,73 cd B	0,90 bcd A
CV (%)	11,74		7,53		8,95	

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	12,5 bc B	20,9 ab A	21,3 a A	23,0 a A	20,5 abc B	25,5 ab A	54,4 ab B	69,3 a A
C2	11,1 bc B	20,8 ab A	15,9 b A	17,7 b A	18,7 bc B	23,7 b A	45,7 cd B	62,1 abc A
- Cal	7,9 cd B	16,8 b A	14,8 b A	15,1 bcd A	22,5 ab A	23,0 b A	45,2 cd B	54,9 cd A
- N	4,4 d A	6,6 c A	5,0 c A	6,0 e A	10,4 d A	11,9 e A	19,8 e B	24,5 e A
- P	- <sup>1</sup>	-	2,0 d A	3,1 e A	11,4 d B	17,1 d A	13,4 ef B	20,2 e A
- K	19,0 a A	18,7 ab A	14,4 b A	14,5 cd A	16,3 c A	18,4 cd A	49,7 bc A	51,6 d A
- S	3,0 d A	4,2 c A	2,8 cd A	3,2 e A	2,8 e A	4,0 f A	8,5 fg A	11,4 f A
- Micro	13,9 ab B	22,4 a A	19,2 a A	16,7 bc B	24,7 a B	28,1 a A	57,8 a B	67,2 ab A
- Ca	7,9 cd B	16,2 b A	13,5 b A	13,4 d A	17,4 c B	22,3 bc A	38,8 d B	51,9 d A
- Mg	14,6 ab B	20,7 ab A	14,0 b A	15,1 bcd A	23,1 ab A	25,3 ab A	51,7 abc B	61,1 bc A
Test.	-	-	-	-	1,0 e A	2,0 f A	1,0 g A	2,0 g A
CV (%)	14,74		8,74		9,42		7,10	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 20 - Teor e acumulação de enxofre na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (g/kg)							
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>		3º Cultivo <sup>2</sup>			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	2,05 a	A 1,17 ab B	1,40 cde A	1,33 de A	1,23 b	A 1,20 ef A		
C2	1,92 ab	A 1,07 bc B	1,63 bc A	1,63 bcd A	1,80 a	A 1,57 cd B		
- Cal	1,39 c	A 1,37 ab A	1,13 e B	1,57 bcd A	1,67 a	A 1,43 de B		
- N	1,79 ab	A 1,32 ab B	1,73 b A	1,87 b A	1,33 b	B 1,53 cd A		
- P	1,56 bc	A 1,08 bc B	1,30 de A	1,40 de A	1,50 ab	A 1,47 cde A		
- K	1,58 bc	A 1,22 ab B	2,63 a A	2,47 a A	1,80 a	B 2,27 a A		
- S	0,94 d	A 0,75 c A	0,80 f A	0,93 fg A	0,83 c	A 0,90 f A		
- Micro	1,76 abc	A 1,28 ab B	1,60 bcd A	1,73 bc A	1,80 a	A 1,77 bc A		
- Ca	- <sup>3</sup>	-	1,33 cde A	1,43 cde A	1,73 a	A 1,67 bcd A		
- Mg	1,88 ab	A 1,53 a B	1,40 cde A	1,20 ef B	1,77 a	B 1,97 ab A		
Test.	-	-	0,70 f A	0,70 g A	0,80 c	B 1,03 f A		
CV (%)	10,48		7,54		7,64			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º Cultivo		2º Cultivo		3º Cultivo		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	10,6 a	A 8,6 ab B	51,7 a	A 49,5 a A	28,2 a	A 28,2 a A	90,5 a	A 86,3 a B
C2	9,5 a	A 6,4 bc B	19,8 c	B 28,2 c A	13,4 d	A 11,2 c B	42,7 d	A 45,8 e A
- Cal	2,2 d	A 1,5 e A	2,0 d	A 2,4 e A	3,3 fg	A 2,8 de A	7,5 fg	A 6,7 hi A
- N	9,2 a	A 9,7 a A	32,3 b	A 34,5 b A	21,6 bc	A 20,3 b A	63,1 c	A 65,5 c A
- P	3,2 d	A 2,1 de A	3,2 d	A 2,9 de A	4,2 fg	A 4,1 de A	10,6 f	A 9,1 ghi A
- K	8,2 ab	A 7,4 ab A	29,4 b	A 29,6 bc A	19,2 c	A 17,8 b A	56,8 c	A 54,8 d A
- S	4,0 cd	A 4,4 cd A	4,2 d	A 6,2 de A	4,8 ef	A 5,1 d A	13,0 f	A 15,7 g A
- Micro	9,1 a	A 7,0 bc B	47,6 a	B 51,0 a A	22,9 b	A 20,8 b B	79,6 b	A 78,8 b A
- Ca	- <sup>3</sup>	-	2,9 d	A 4,2 de A	3,9 fg	A 5,2 d A	6,8 fg	A 9,4 gh A
- Mg	6,4 bc	A 6,4 bc A	5,6 d	A 8,0 d A	8,1 e	B 11,4 c A	20,1 e	B 25,8 f A
Test.	-	-	1,0 d	A 2,0 e A	1,4 g	A 1,6 e A	2,4 g	A 2,6 i A
CV (%)	15,06		10,76		10,37		6,70	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

1,6 a 1,8 g/kg de MS na parte aérea desta forrageira, aos 45 dias após o plantio. O nível crítico de S na parte aérea de gramíneas tropicais é citado pelo CIAT (1979), como de 1,0 g/kg de MS. Portanto, os teores de S observados na parte aérea do braquiário no -S (Tabela 19), foram baixos o suficiente para promover sintomas de deficiência e redução do crescimento, como visto na Tabela 5.

É importante destacar que os teores verificados no tratamento -S e, em alguns casos, também no C1, foram inferiores ao adequado para a nutrição de gado de corte, que é de 1,0 g/kg de MS (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984).

Para a soja, os níveis críticos de S estabelecidos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) e Trani, Hiroce e Bataglia (1983) são de 3,0 e 2,5 g/kg de MS, respectivamente e Sfredo et al. (1986), cita a faixa de suficiência entre 2,1 e 4,0 g/kg de MS. Na Tabela 20, observa-se que o -S, apresentou teores de S bem abaixo dos citados como adequados, o que justifica o aparecimento de sintomas visuais de deficiência e redução do crescimento das plantas, como mostrado na Tabela 7.

À exceção do -K, os demais tratamentos, incluindo-se o C1, apresentaram teores foliares de S abaixo dos críticos citados, embora, em nenhum deles tenham sido observados sintomas de deficiência do nutriente.

Tanto para o braquiário quanto para a soja, os maiores acúmulos de S foram observados nos tratamentos que apresentaram maiores produções de MS e/ou maiores teores do elemento. A acumulação de S no tratamento -S foi muito pequena, confirmando a baixa capacidade destes solos em suprir este nutriente às plantas, sendo que o mesmo deve ser sempre considerado nos programas de correção da fertilidade.

#### **4.2.7 Boro**

Os teores de B na parte aérea do braquiário nos três cortes (Tabela 21), não apresentaram tendência definida de variação em função dos tratamentos, que pudessem ser explicados por efeitos de diluição/concentração. Já para a soja (Tabela 22), houve uma tendência dos maiores teores de B estarem presentes nos tratamentos que mais limitaram o crescimento da cultura, caracterizando, neste caso, um efeito de concentração (Jarrel e Beverly, 1981).

TABELA 21 - Teor e acumulação de boro na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (mg/kg)							
	1º corte		2º corte		3º corte			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	23,6 c A	22,6 b A	18,7 bcde B	23,0 bcd A	19,5 b A	13,2 ab B		
C2	17,5 d B	20,6 b A	18,4 bcde A	21,1 cd A	17,8 bc A	13,2 ab B		
- Cal	34,6 a A	21,4 b B	12,9 e B	19,1 d A	13,7 cd A	12,6 abc A		
- N	25,3 bc A	27,1 a A	17,5 cde A	21,1 cd A	20,2 b A	8,6 bcd B		
- P	- <sup>1</sup>	-	22,9 bc B	27,9 ab A	17,0 bc A	15,1 a A		
- K	28,7 b A	20,6 b B	35,0 a A	30,7 a B	28,3 a A	17,8 a B		
- S	24,3 c A	15,1 c B	25,0 b A	25,9 abc A	16,2 bc A	7,5 cde B		
- Micro	22,3 c A	10,6 d B	20,2 bcd A	20,8 cd A	17,8 bc A	5,6 de B		
- Ca	9,2 e A	9,2 d A	14,3 de B	22,7 bcd A	14,7 bcd A	8,4 bcd B		
- Mg	8,1 e A	8,1 d A	24,7 b A	26,2 abc A	15,4 bc A	9,0 bcd B		
Test.	-	-	-	-	9,3 d A	2,4 e B		
CV (%)	7,73		10,70		14,60			

Tratam.	Acúmulo (µg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	465 a A	472 a A	243 ab B	367 a A	596 a A	459 a B	1304 a A	1298 a A
C2	274 c B	378 b A	197 bc A	234 b A	500 b A	393 a B	971 c A	1005 b A
- Cal	188 d B	292 c A	134 cd A	168 cd A	318 c A	262 b B	640 de B	722 c A
- N	210 cd A	204 de A	47 e A	68 e A	134 de A	58 d B	391 f A	330 e A
- P	- <sup>1</sup>	-	26 e A	60 e A	119 e A	148 c A	145 g A	208 e A
- K	287 bc A	205 d B	217 ab A	206 bc A	208 d A	163 c A	712 d A	574 d B
- S	181 d A	128 de B	83 de A	111 de A	104 e A	60 d A	368 f A	299 e A
- Micro	357 b A	197 de B	265 a A	236 b A	550 ab A	183 bc B	1172 b A	615 cd B
- Ca	61 e B	124 e A	150 c B	198 bc A	366 c A	232 bc B	577 e A	554 d A
- Mg	95 e A	127 de A	248 ab A	243 b A	369 c A	200 bc B	712 d A	570 d B
Test.	-	-	-	-	12 e A	5 d A	12 h A	5 f A
CV (%)	12,58		13,26		12,84		7,87	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 22 - Teor e acumulação de boro na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (mg/kg)									
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>				3º Cultivo <sup>2</sup>			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	108,0 cd	A 111,6 ab	A 41,8 d	A 39,6 d	A 23,7 f	A 16,0 e	B			
C2	95,6 d	A 118,5 ab	A 46,6 bcd	A 51,5 bc	A 52,1 b	A 37,8 c	B			
- Cal	142,1 bc	A 127,8 a	A 56,9 ab	A 53,2 abc	A 62,4 a	A 53,6 a	B			
- N	112,8 cd	A 91,7 ab	A 53,5 abc	A 50,4 bcd	A 50,8 b	A 39,6 bc	B			
- P	194,2 a	A 99,6 ab	B 44,8 cd	B 62,0 ab	A 48,6 bc	A 45,4 abc	A			
- K	158,4 ab	A 129,1 a	B 61,1 a	A 60,3 ab	A 39,5 cd	A 45,2 abc	A			
- S	123,1 bcd	A 127,6 a	A 63,3 a	A 59,3 ab	A 49,5 b	A 45,2 abc	A			
- Micro	82,5 d	A 76,6 b	A 23,3 e	A 23,7 e	A 26,8 ef	A 25,4 de	A			
- Ca	- <sup>3</sup>	-	B 41,8 d	A 64,5 a	A 52,3 b	A 47,6 ab	A			
- Mg	144,8 bc	A 114,2 ab	B 46,2 bcd	A 61,4 ab	A 65,2 a	A 45,7 abc	B			
Test.	-	-	A 41,0 d	A 43,1 cd	A 35,6 de	A 25,6 d	B			
CV (%)	13,65		8,46				8,19			

Tratam.	Acúmulo (µg/vaso)									
	1º Cultivo		2º Cultivo		3º Cultivo		Total			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	557 b	B 825 a	A 1164 a	A 1022 a	B 428 ab	A 310 bc	B 2149 a	A 2157 a	A	
C2	470 bc	B 710 ab	A 551 c	B 814 b	A 399 bc	A 270 c	B 1420 b	B 1794 bc	A	
- Cal	226 c	A 139 e	A 114 e	A 104 e	A 140 e	A 134 de	A 480 de	A 377 fg	A	
- N	581 ab	A 672 ab	A 777 b	A 738 b	A 504 a	A 431 a	B 1862 a	A 1841 b	A	
- P	394 bc	A 195 de	B 157 e	A 155 e	A 164 e	A 159 d	A 715 d	A 509 f	B	
- K	815 a	A 791 a	A 747 b	A 761 b	A 423 b	A 384 ab	A 1985 a	A 1936 ab	A	
- S	528 b	B 758 a	A 339 d	A 427 cd	A 309 d	A 304 c	A 1176 bc	B 1489 cd	A	
- Micro	433 bc	A 417 cd	A 585 c	A 552 c	A 306 d	A 298 c	A 1324 bc	A 1267 de	A	
- Ca	- <sup>3</sup>	-	A 118 e	A 189 e	A 148 e	A 190 d	A 266 e	A 379 fg	A	
- Mg	493 b	A 468 bc	A 227 de	B 392 d	A 333 cd	A 293 c	A 1053 c	A 1153 e	A	
Test.	-	-	A 94 e	A 76 e	A 89 e	A 79 e	A 183 e	A 155 g	A	
CV (%)	17,72		12,46		10,18		9,78			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

Os teores de B no braquiarião no -Micro, à exceção do LV no 1<sup>o</sup> e no 3<sup>o</sup> cortes, apresentaram-se sempre próximos aos valores do tratamento C1, não representando limitação severa ao crescimento das forrageiras em nenhum dos cortes e solos (Tabela 5). Para a soja, no 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> cultivos, os teores de B no -Micro, embora se apresentassem em níveis bem mais baixos do que no C1, pequeno efeito foi observado no seu crescimento (Tabela 7). No 3<sup>o</sup> cultivo, interessante observar que os teores de B no C1 apresentam valores inferiores aos obtidos no -Micro, e neste tratamento, como já relatado anteriormente, sintomas típicos de deficiência de B foram observados na leguminosa, e a esta deficiência foi atribuída a menor produção das plantas neste tratamento. No 2<sup>o</sup> cultivo, embora os teores de B no -Micro fossem da mesma magnitude daqueles observados no 3<sup>o</sup> cultivo, nenhum sintoma de deficiência do nutriente foi observado. Os baixos teores de B no C1 no 3<sup>o</sup> cultivo, possivelmente, sejam devidos ao “efeito Steembjerg” (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989), como já comentado para o N (item 4.2.1).

Os teores de B no -Micro e no C1, estiveram sempre em valores bem acima de 4,0 mg/kg de MS, citado como crítico para gramíneas forrageiras (Jones, 1972, citado por CIAT 1982). Morikawa (1993), no tratamento completo, com braquiarião, obteve teores de B na parte aérea de 6,2, 14,8 e 20,7 mg/kg de MS, em três cortes sucessivos. Também em braquiarião, Marun (1990) obteve teores de 16 a 17 mg de B/kg de MS da parte aérea coletada aos 45 dias.

Na soja, de maneira geral, os teores de B observados no 1<sup>o</sup> cultivo foram bastante elevados; deve-se lembrar que os mesmos referem-se a toda a parte aérea e não somente às folhas recém-maduras. No entanto, não foram visualizados em nenhum tratamento sintomas de toxidez, apesar do limite entre os níveis crítico e tóxico de B ser considerado estreito e a soja ser considerada sensível ao excesso de B (Rosolem, 1980; Tanaka, Mascarenhas e Borkert, 1993). Teores muito altos de B em plantas de soja (sobretudo nas folhas inferiores), sem afetar significativamente o crescimento, também foram verificados por Ventura (1987), em estudo sobre o crescimento e composição da soja sob efeito de três doses de K, Ca e Mg combinadas, onde a média geral dos teores de B nas folhas superiores foi 102 mg/kg de MS e nas folhas inferiores 118 mg/kg de MS, sendo que em muitos casos as plantas chegaram a apresentar teores superiores a 150 mg/kg de MS. No presente trabalho, no 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> cultivos, os teores foliares apresentaram-se superiores a 20 mg/kg de MS, citado como crítico por Trani, Hiroce e Bataglia (1983) e dentro da faixa adequada de 21 a 55 mg/kg de MS (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989); interessante observar,

que no tratamento -Micro, no 3º cultivo, que apresentou sintomas típicos de carência de B, os seus teores encontram-se dentro dos níveis adequados acima citados.

A acumulação de B na parte aérea do braquiário (Tabela 21) seguiu basicamente a produção de MS (Tabela 5), destacando-se os tratamentos C1, C2 e -Micro. Para a soja, além da produção de MS, os teores mais elevados em alguns tratamentos, promoveram a elevação nos valores de B acumulado (Tabela 22). Ressalta-se que o tratamento -Micro, apresentou, relativamente, uma elevada acumulação de B pela soja, mas bem inferior ao C1. A baixa acumulação nos tratamentos -Cal, -P e -Ca, foi devida ao pequeno crescimento das plantas (Tabela 7). O aparecimento dos sintomas de deficiência de B no 3º cultivo da soja no -Micro, possivelmente, seja devido ao esgotamento das reservas do solo com as extrações sucessivas com os cultivos. Galvão (1989), em cultivo sucessivo de soja em Latossolo Vermelho-Amarelo fase cerrado, obteve efeito significativo do B sobre o rendimento de grãos, número e peso de nódulos, no 2º cultivo, indicando exaustão do micronutriente do solo.

Os resultados obtidos indicam que a curto prazo, o B não deverá apresentar problemas nutricionais ao braquiário. Mas, para a soja, com o decorrer de cultivos sucessivos, os solos poderão apresentar limitações de crescimento à cultura, sendo necessário sempre considerar a sua aplicação nos programas de adubação, sobretudo no LV, pela sua textura e menor teor de matéria orgânica.

#### 4.2.8 Cobre

Os teores e acumulação de cobre nas duas espécies, também foram influenciados pelos tratamentos, em ambos os solos (Tabelas 23 e 24). À exceção do 1º cultivo da soja, os teores de cobre, no tratamento -Micro, sempre foram estatisticamente iguais ao C1, para ambos os solos e espécies. No 1º corte do braquiário, os maiores teores do micronutriente estiveram quase sempre associados aos tratamentos com omissão de cátions (-Cal, -K, -Ca e -Mg) e menor produção de matéria seca. No primeiro caso, devido à interação entre os cátions no processo de absorção, visto que o cobre é absorvido na forma de  $\text{Cu}^{++}$  (Malavolta, 1980) e no segundo, devido ao efeito de concentração (Jarrel e Beverly, 1981). Para o 2º e 3º cortes do braquiário, embora os aspectos

TABELA 23 - Teor e acumulação de cobre na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (mg/kg)							
	1º corte		2º corte		3º corte			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	4,4 def A	4,6 de A	4,9 cd A	6,1 ab A	4,8 cd A	4,2 d A		
C2	6,4 cd A	5,4 bcde A	6,0 bcd A	3,7 b A	3,9 d A	3,8 d A		
- Cal	10,2 ab A	8,3 a B	7,7 ab A	6,7 a A	5,3 cd B	7,5 b A		
- N	2,9 f A	4,1 e A	5,7 bcd A	5,8 ab A	8,7 a A	3,7 d B		
- P	- <sup>1</sup>	-	6,6 bc A	7,0 a A	4,6 d B	7,0 bc A		
- K	7,0 c A	7,6 ab A	5,3 bcd A	6,7 a A	8,9 a A	7,9 b A		
- S	5,3 cde A	5,1 cde A	9,4 a A	5,6 ab B	7,1 ab A	7,4 b A		
- Micro	3,6 ef A	3,4 e A	3,9 d A	5,1 ab A	4,1 d B	5,5 cd A		
- Ca	12,2 a A	7,2 abc B	7,4 abc A	4,6 ab B	6,6 bc B	8,1 b A		
- Mg	9,9 b A	6,5 abcd B	6,6 bc A	5,3 ab A	5,6 bcd A	6,6 bc A		
Test.	-	-	-	-	8,5 a B	13,3 a A		
CV (%)	13,13		15,76		10,26			

Tratam.	Acúmulo (µg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	87 bc A	95 ab A	64 ab B	95 a A	147 ab A	147 bc A	298 abc B	337 ab A
C2	99 ab A	99 ab A	65 ab A	41 bc B	110 b A	112 c A	274 bcd A	252 c A
- Cal	54 de B	114 a A	79 a A	58 b A	123 b B	156 b A	256 cd B	328 ab A
- N	24 f A	30 e A	15 de A	19 d A	58 c A	24 f B	97 f A	73 fg A
- P	- <sup>1</sup>	-	8 e A	15 d A	32 cd B	69 de A	40 g B	84 ef A
- K	70 cd A	76 bc A	32 cd A	44 b A	65 c A	72 d A	167 e A	192 d A
- S	39 ef A	43 de A	31 d A	24 cd A	46 cd A	59 def A	116 f A	126 e A
- Micro	57 de A	62 cd A	52 bc A	58 b A	128 ab B	178 b A	237 d B	298 bc A
- Ca	80 bcd B	97 ab A	77a A	40 bc B	166 a B	225 a A	323 a B	362 a A
- Mg	117 a A	102 ab A	66 ab A	48 b B	133 ab A	147 bc A	316 ab A	297 bc A
Test.	-	-	-	-	11 d A	31 ef A	11 g A	31 g A
CV (%)	13,36		15,86		13,74		8,60	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 24 - Teor e acumulação de cobre na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (mg/kg)											
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>		3º Cultivo <sup>2</sup>							
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV				
C1	13,4 a	A	11,1 a	B	6,3 c	A	5,5 abc	A	8,0 bc	A	7,7 bc	A
C2	13,5 a	A	11,3 a	B	9,0 b	A	6,4 ab	B	13,7 a	A	10,4 a	B
- Cal	4,7 c	A	5,7 b	A	3,1 efg	A	2,8 e	A	6,7 c	A	7,0 c	A
- N	5,8 c	A	5,9 b	A	5,0 cd	A	3,6 de	B	6,1 cd	A	6,3 cd	A
- P	4,8 c	A	5,7 b	A	4,5 cdef	A	2,8 e	B	6,9 c	A	6,4 cd	A
- K	6,5 c	A	7,2 b	A	11,0 a	A	7,1 a	B	10,2 b	A	9,7 ab	A
- S	10,1 b	A	7,8 b	B	5,3 c	A	4,3 cde	A	6,2 cd	A	6,6 c	A
- Micro	7,1 c	A	6,2 b	A	4,8 cde	A	4,9 bcd	A	9,4 b	A	7,8 bc	B
- Ca	- <sup>3</sup>		-		2,9 fg	A	3,6 de	A	8,0 bc	A	6,9 c	A
- Mg	12,4 ab	A	12,6 a	A	3,5 defg	B	4,8 bcd	A	7,1 c	A	6,6 c	A
Test.	-		-		2,2 g	A	2,8 e	A	4,1 d	A	4,2 d	A
CV (%)	12,04		13,61		10,84							

Tratam.	Acúmulo (µg/vaso)															
	1º Cultivo		2º Cultivo		3º Cultivo		Total									
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV								
C1	69 a	B	82 a	A	215 b	A	188 a	B	155 a	A	144 a	B	439 a	A	414 a	B
C2	67 a	A	68 ab	A	107 d	B	120 c	A	100 b	A	74 d	B	274 c	A	262 c	A
- Cal	8 c	A	6 e	A	6 f	A	5 f	A	13 f	A	14 gh	A	27 fg	A	25 f	A
- N	30 b	B	44 cd	A	90 d	A	72 d	B	68 c	B	87 cd	A	188 d	A	203 d	A
- P	10 c	A	11 e	A	12 f	A	8 f	A	20 ef	A	20 gh	A	42 f	A	39 f	A
- K	33 b	A	44 cd	A	160 c	A	107 c	B	113 b	A	101 bc	B	306 b	A	252 c	B
- S	44 b	A	46 cd	A	32 e	A	38 e	A	38 d	A	43 ef	A	114 e	A	127 e	A
- Micro	36 b	A	34 d	A	284 a	A	166 b	B	109 b	A	108 b	A	429 a	A	308 b	B
- Ca	- <sup>3</sup>		-		21 ef	A	11 f	A	19 ef	A	26 fg	A	40 fg	A	37 f	A
- Mg	43 b	A	52 bc	A	17 ef	B	38 e	A	36 de	A	44 e	A	96 e	B	134 e	A
Test.	-		-		4 f	A	4 f	A	9 f	A	9 h	A	13 g	A	13 f	A
CV (%)	14,68		9,41		10,16		5,86									

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

acima destacados fossem observados, não houve muita diferença entre os tratamentos, possivelmente, devido a um melhor equilíbrio entre os cátions no solo após a extração do 1º corte.

Howeler (1983) cita o valor de 5,0 mg/kg de MS, como limiar de deficiência de cobre para gramíneas forrageiras em pré-florescimento e Gallo et al. (1974), a faixa crítica de 4,0 a 8,0 mg/kg de MS. Para o tratamento -Micro (Tabela 23), os teores do micronutriente estiveram na faixa de 3,4 a 5,5 mg/kg de MS, mas nenhum sintoma relacionado com a sua deficiência foi observado. O NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984) cita que o teor de cobre na forragem para atender o requerimento de gado de corte em pastejo vai de 4 a 10 mg/kg de MS. Trabalhando com braquiarião em casa de vegetação, Morikawa (1993) encontrou no tratamento completo, em três cortes sucessivos, teores de cobre de 6,8, 8,3 e 5,0 mg/kg de MS, respectivamente, e Marun (1990), teores de 5,0 a 6,0 mg/kg de MS.

Considerando os teores de cobre disponível nos solos na forma natural, de 0,46 mg/dm<sup>3</sup> no LE e 0,53 mg/dm<sup>3</sup> no LV (Tabela 1), comparado com o valor de 0,2 mg/dm<sup>3</sup>, considerado pelo CIAT (1981) como limiar para solos ácidos e 0,5 a 0,8 mg/dm<sup>3</sup> (Mehlich-1) proposto como faixa crítica por Lopes e Carvalho (1988); bem como os teores do micronutriente na parte aérea do braquiarião no tratamento -Micro, conclui-se que a médio prazo, sob pastejo intensivo, o cobre poderá tornar-se um nutriente limitante ao crescimento da forrageira.

Para a soja (Tabela 24), os teores de cobre na parte aérea no 1º cultivo e nas folhas no 2º e 3º cultivos, não apresentaram um comportamento definido, que pudesse ser explicado pelo efeito de concentração/diluição, ou por competição com outros cátions no processo de absorção, como verificado para o braquiarião.

Os teores de cobre observados nas folhas do 2º e 3º cultivos da soja nos tratamentos C1 e -Micro estão abaixo de 10 mg/kg de MS, citado como nível crítico por Trani, Hiroce e Bataglia (1983), e praticamente no limite inferior da faixa de suficiência de 5 a 20 mg/kg de MS (Jones Junior, 1973, citado por Galvão, 1989). Deve-se lembrar, que os teores de cobre do presente trabalho, no 2º e 3º cultivos, referem-se a todas as folhas. Segundo Galvão (1989) não existe nível crítico de cobre para a soja em solos sob cerrado, mas estudando o efeito de micronutrientes em um LV fase cerrado, o autor concluiu que o mesmo deve situar-se em valores menores do que 0,2 mg/dm<sup>3</sup> de solo.

Considerando os teores de cobre nas plantas e nos solos, as mesmas considerações apresentadas para o braquiário se aplicam para a soja.

Com relação à acumulação de cobre na parte aérea das espécies (Tabelas 23 e 24), verifica-se que este parâmetro seguiu, dentro de limites, a mesma tendência da produção de matéria seca. Observa-se, para o braquiário, que nos tratamentos onde o Ca e o Mg foram omitidos (-Cal, -Ca e -Mg), a forrageira apresentou altos valores de acumulação de cobre sendo, neste caso, também influenciado pela concentração. O tratamento -Micro mostrou em relação ao C1, uma boa capacidade de suprimento do micronutriente contrariando, até certo ponto, os baixos teores observados nas plantas. Neste caso, especificamente, a acumulação foi função da produção de MS.

#### **4.2.9 Manganês**

Os teores e acumulação de Mn na parte aérea da soja são apresentados nas Tabelas 25 e 26. Pode-se verificar que os tratamentos tiveram um pronunciado efeito tanto nos teores quanto na acumulação do nutriente, que apresentaram estreita relação não só com a produção de matéria seca pelas plantas, mas também, com aspectos relacionados à calagem, nos dois solos. Desta forma, os maiores teores foram relacionados, principalmente, aos tratamentos com a omissão da calagem (C2, -Cal, -Ca e -Mg) que, no caso da soja, também condicionou acentuada limitação nas produções de MS, conforme já foi anteriormente discutido.

A omissão do Ca e do Mg favorece a absorção do Mn na medida em que reduz o antagonismo existente entre estes cátions. No presente trabalho, além da interação entre os cátions, o pH foi um fator de grande influência na absorção e concentração de Mn nas plantas, o que é comprovado no tratamento C2, para ambas as espécies, onde o Ca e o Mg foram fornecidos como sulfatos. Como se sabe, com o aumento de uma unidade no valor do pH, ocorre uma redução de cerca de 100 vezes na disponibilidade de Mn (Vale, Guilherme e Guedes, 1993). A análise das Tabelas 3 e 4, permite verificar que os teores disponíveis de Mn em ambos os solos, não sofreram uma variação significativa com a calagem. Possivelmente, este fato deve estar relacionado com o extrator ácido utilizado, o Mehlich 1. É importante ressaltar, que o Mn não fez parte dos tratamentos e nem foi aplicado na adubação básica.

TABELA 25 - Teor e acumulação de manganês na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (mg/kg)							
	1º corte		2º corte		3º corte			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	66 d A	56 d A	51 g A	71 e A	36 e B	73 ef A		
C2	119 c A	130 a A	137 cd B	246 a A	73 de B	113 cde A		
- Cal	178 a A	88 bc B	90 ef B	146 c A	51 de A	75 ef A		
- N	63 d A	44 d B	113 de A	104 de A	171 a A	109 de B		
- P	- <sup>1</sup>	-	269 a A	199 b B	125 bc B	154 b A		
- K	132 bc A	134 a A	177 b B	273 a A	156 ab B	320 a A		
- S	131 bc A	72 cd B	168 bc A	153 c A	148 ab A	150 bc A		
- Micro	77 d A	52 d B	62 fg A	73 e A	43 e A	66 f A		
- Ca	178 a A	114 ab B	108 de B	136 cd A	64 de A	77 ef A		
- Mg	156 ab A	141 a A	168 bc B	255 a A	88 cd B	138 bcd A		
Test.	-	-	-	-	124 bc A	120 bcd A		
CV (%)	10,59		9,03		13,26			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	1,30 b A	1,16 bc A	0,66 cd B	1,14 de A	1,10 c B	2,56 bc A	3,06 bc B	4,86 c A
C2	1,87 a B	2,32 a A	1,45 a B	2,72 a A	2,08 ab B	3,38 a A	5,40 a B	8,48 a A
- Cal	0,95 bc A	1,20 bc A	0,93 bc B	1,27 d A	1,20 c A	1,56 de A	3,08 bc B	4,03 c A
- N	0,52 c A	0,33 e A	0,31 e A	0,34 g A	1,13 c A	0,72 fg A	1,96 de A	1,39 e B
- P	- <sup>1</sup>	-	0,32 e A	0,42 g A	0,87 cd B	1,52 de A	1,19 e B	1,94 de A
- K	1,31 b A	1,32 bc A	1,09 b B	1,84 c A	1,15 c B	2,95 ab A	3,55 b B	6,11 b A
- S	0,97 bc A	0,61 de B	0,56 de A	0,65 fg A	0,95 c A	1,22 ef A	2,48 cd A	2,48 d A
- Micro	1,23 b A	0,96 cd A	0,82 bcd A	0,84 ef A	1,34 bc B	2,15 cd A	3,39 bc A	3,95 c A
- Ca	1,20 b B	1,55 b A	1,11 b A	1,19 d A	1,60 abc B	2,13 cd A	3,92 b B	4,87 c A
- Mg	1,84 a B	2,20 a A	1,68 a B	2,36 b A	2,11 a B	3,07 ab A	5,63 a B	7,63 a A
Test.	-	-	-	-	0,16 d A	0,27 g A	0,16 f A	0,17 f A
CV (%)	13,80		10,88		16,96		9,34	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 26 - Teor e acumulação de manganês na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (mg/kg)							
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>		3º Cultivo <sup>2</sup>			
	LE	LV	LE	LV	LE	LV		
C1	120 c A	95 d B	68 d A	95 d A	70 c A	58 g A		
C2	265 b A	263 b A	397 cd B	894 c A	177 c B	556 cd A		
- Cal	427 a A	206 c B	1116 a B	3175 a A	302 b B	882 b A		
- N	72 d A	46 e B	54 d A	101 d A	54 e A	95 fg A		
- P	74 d A	78 de A	204 cd A	386 d A	169 cd B	270 e A		
- K	82 cd A	99 d A	179 cd B	507 cd A	139 cde B	496 d A		
- S	95 cd A	63 de B	142 cd A	123 d A	93 cde A	89 fg A		
- Micro	99 cd A	86 d A	71 d A	117 d A	72 de B	161 f A		
- Ca	- <sup>3</sup>	-	864 ab B	2282 b A	171 c B	630 c A		
- Mg	442 a A	329 a B	938 ab B	2176 b A	284 b B	548 cd A		
Test.	-	-	570 bc B	2057 b A	513 a B	1177 a A		
CV (%)	9,02		21,22		10,99			

Tratam.	Acúmulo (mg/vaso)							
	1º Cultivo		2º Cultivo		3º Cultivo		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	0,62 bc A	0,70 b A	1,70 bc A	2,07 d A	0,98 ab A	0,99 e A	3,30 bc A	3,76 ef A
C2	1,31 a B	1,57 a A	3,96 a B	12,01 a A	1,21 a B	3,46 ab A	6,48 a B	17,04 a A
- Cal	0,67 b A	0,22 e B	1,70 bc B	3,61 c A	0,58 bc B	1,68 cd A	2,95 bc B	5,51 d A
- N	0,37 de A	0,34 de A	0,70 cd A	1,23 de A	0,48 bc B	0,90 e A	1,55 de B	2,47 fg A
- P	0,15 e A	0,15 e A	0,47 d A	0,77 e A	0,43 c B	0,74 e A	1,05 e A	1,66 g A
- K	0,42 cd B	0,59 bc A	1,93 b B	5,66 b A	1,27 a B	3,57 a A	3,62 b B	9,82 b A
- S	0,41 cd A	0,38 cde A	0,64 cd A	0,74 e A	0,47 bc A	0,49 e A	1,52 de A	1,61 g A
- Micro	0,50 bcd A	0,47 bcd A	1,50 bcd B	2,21 d A	0,69 bc B	1,55 d A	2,69 bcd B	4,23 de A
- Ca	- <sup>3</sup>	-	1,54 bcd B	5,85 b A	0,44 c B	2,07 c A	1,98 cde B	7,92 c A
- Mg	1,52 a A	1,36 a B	3,36 a B	11,87 a A	1,24 a B	3,06 b A	6,12 a B	16,29 a A
Test.	-	-	0,63 cd B	2,22 d A	0,85 abc B	1,86 cd A	1,48 de B	4,08 e A
CV (%)	13,57		12,89		13,99		10,07	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

No caso do braquiarião, apesar da tolerância da espécie a elevados teores de Mn, os teores encontrados nas plantas nos tratamentos onde não se fez calagem, estão bastante acima dos adequados para gramíneas forrageiras, que são da ordem de 25 a 35 mg/kg de MS (McNaught, 1970, citado por Reid e Jung, 1974), bem como dos requerimentos de gado de corte, que variam entre 20 e 50 mg/kg de MS (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984).

Para a soja, não se encontrou referências sobre os níveis críticos e tóxicos de Mn para a cultivar estudada em solos de cerrado, mas Galvão (1989), trabalhando com a cultivar Savana num LV fase cerrado, sugeriu que o nível crítico do nutriente no solo seja inferior a 4,2 mg/dm<sup>3</sup>, portanto, inferior aos teores dos solos estudados (Tabelas 1, 3 e 4). No caso da soja, há que se ter especial preocupação com o manganês, uma vez que o limite entre a deficiência e a toxidez é muito estreito, existindo inclusive relatos de deficiência de Mn em latossolos sob cerrado que receberam doses elevadas de calcário, embora no Brasil seja mais comum a ocorrência de toxidez deste nutriente (Borkert et al., 1994), principalmente nos latossolos, onde geralmente são encontradas quantidades apreciáveis de manganês trocável.

Confirmando estas considerações, no presente trabalho, a partir do 2º cultivo, ocorreu generalizada toxidez de Mn na soja, em todos os tratamentos onde não foi feita calagem (C2, -Cal, -Ca, -Mg e Test.), nos quais os teores encontrados (Tabela 26) foram muito superiores aos níveis críticos sugeridos por Malavolta (1980), de 100 mg/kg de MS, e por Trani, Hiroce e Bataglia (1983), como sendo de 20 mg/kg de MS. Galvão (1989) encontrou teor foliar médio de 38 mg/kg de MS, quando o solo foi adubado com 4 kg Mn/ha, enquanto na testemunha (sem Mn) o teor foliar médio foi de 28 mg/kg de MS. Já os tratamentos C1 e -Micro, que apresentaram teores e acumulações estatisticamente muito semelhantes (Tabela 26), não apresentaram quaisquer limitações ou anomalias que pudessem ser atribuídas ao excesso de Mn nos tecidos das plantas.

Com relação à acumulação de Mn na parte aérea das espécies, dependendo do tratamento, tanto a produção de MS quanto o teor do micronutriente, influenciaram os valores deste parâmetro. Este fato fica bem claro no C2 para as duas espécies, que apresentou altos teores de Mn e uma menor limitação no crescimento, promovendo grande acumulação do elemento. Os menores teores e as menores acumulações de Mn observadas no C1, tratamento que promoveu os melhores crescimentos das espécies, mostrou que a calagem e a adubação balanceada, são fundamentais para a obtenção de uma nutrição adequada e máximo rendimento das culturas.

No presente trabalho não ocorreu deficiência de Mn em nenhum tratamento e os resultados comprovam que, nestes solos, há que se preocupar muito mais com a toxicidade do que com a deficiência de Mn, reiterando-se novamente, que a calagem é uma prática indispensável para os dois solos, principalmente para a soja.

#### 4.2.10 Zinco

Os teores e acumulação de Zn também foram bastante afetados pelos tratamentos em ambos os solos, para as duas espécies (Tabelas 27 e 28). De maneira geral, teores mais elevados estiveram associados aos tratamentos com reduzida produção de MS, devido à concentração do nutriente nos tecidos das plantas (Jarrel e Beverly, 1981) e também à omissão de outros nutrientes catiônicos e/ou da calagem, não somente em função do antagonismo que pode ocorrer entre o Zn e cátions como K, Ca e Mg em altas concentrações no solo, mas também pela influência do pH na disponibilidade de Zn no solo, que diminui cerca de 100 vezes com o acréscimo de uma unidade de pH (Malavolta, 1980).

Para o braquiário, de forma geral, os teores se situaram acima do nível crítico de 20 mg/kg de MS para gramíneas (Jones, 1972, citado por CIAT, 1981), que é o mesmo limiar indicado para nutrição de gado de corte (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984) e também estiveram próximos dos teores encontrados por Morikawa (1993), no tratamento completo, que foram 34, 22 e 51 mg/kg de MS, em três cortes sucessivos de braquiário. Trabalhando com esta mesma forrageira, Marun (1990) encontrou teores entre 18 e 21 mg Zn/kg de MS.

Apesar de não terem sido detectados sintomas visuais de deficiência de Zn, os teores observados no -Micro estão muito próximos do nível de 20 mg/kg de MS, usualmente associado ao limite de deficiência (Tabela 27), havendo possibilidades de esgotamento das reservas dos solos, com o decorrer do pastejo (ou de cortes sucessivos) e há de se estar bastante atento no uso destes solos e de se precaver quanto a uma possível necessidade de adição de Zn nos programas de adubação e/ou de suplementação mineral dos animais.

Para a soja, todos os teores encontrados, inclusive no -Micro (Tabela 28), foram maiores do que os níveis críticos de 20 e 21 mg/kg de MS, sugeridos respectivamente por Trani, Hiroce e Bataglia (1983) e Sfredo et al. (1986). Especificamente para a cultivar Cristalina em Latossolo

TABELA 27 - Teor e acumulação de zinco na parte aérea do braquiarião.

Tratam.	Teor (mg/kg)					
	1º corte		2º corte		3º corte	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	27 bc A	28 cd A	33 bc A	29 de A	31 c A	31 de A
C2	25 c A	30 cd A	29 bc B	44 cd A	39 c A	37 de A
- Cal	49 a A	40 ab B	22 c A	29 de A	31 c A	33 de A
- N	16 d B	25 d A	28 bc B	54 bc A	38 c A	45 bcd A
- P	- <sup>1</sup>	-	34 bc B	45 cd A	37 c B	59 b A
- K	34 b B	43 ab A	74 a B	85 a A	100 a B	120 a A
- S	18 cd B	29 cd A	42 b B	73 a A	62 b A	57 bc A
- Micro	16 d B	26 d A	21 c A	25 e A	26 c A	20 e A
- Ca	52 a A	48 a A	30 bc A	24 e A	33 c A	34 de A
- Mg	33 b A	35 bc A	19 c B	70 ab A	38 c A	39 cde A
Test.	-	-	-	-	40 c A	43 bcd A
CV (%)	9,60		15,95		15,84	

Tratam.	Acúmulo (µg/vaso)							
	1º corte		2º corte		3º corte		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	526 a A	580 ab A	428 ab A	460 bc A	950 ab A	1093 a A	1904 a B	2133 a A
C2	393 ab B	558 ab A	305 abc B	486 b A	1100 a A	1106 a A	1798 ab B	2150 a A
- Cal	272 bc B	551 ab A	230 cde A	247 de A	715 b A	681 bcd A	1217 c B	1479 bc A
- N	129 c A	188 c A	74 ef B	173 de A	250 cd A	299 ef A	453 de A	660 d A
- P	- <sup>1</sup>	-	38 f A	95 e A	257 cd B	584 cde A	295 ef B	679 d A
- K	341 b A	430 b A	459 a B	576 ab A	737 b B	1100 a A	1537 abc B	2106 a A
- S	137 c B	249 c A	138 def B	311 cd A	395 c A	460 de A	630 d B	1020 d A
- Micro	264 bc B	491 ab A	270 bcd A	281 d A	791 b A	639 cd A	1325 c A	1411 c A
- Ca	350 b A	644 a A	318 abc A	213 de B	809 ab A	951 ab A	1477 bc B	1808 ab A
- Mg	395 ab B	549 ab A	186 cdef B	651 a A	906 ab A	876 abc A	1487 bc B	2076 a A
Test.	-	-	-	-	53 d A	98 f A	53 f A	98 e A
CV (%)	15,46		19,49		16,32		10,53	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada corte, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

TABELA 28 - Teor e acumulação de zinco na parte aérea da soja.

Tratam.	Teor (mg/kg)					
	1º Cultivo <sup>1</sup>		2º Cultivo <sup>2</sup>		3º Cultivo <sup>2</sup>	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	85 d A	88 c A	77 de B	109 c A	73 d B	89 bc A
C2	151 b B	217 a A	191 a B	228 a A	112 a A	112 a A
- Cal	190 a A	165 b B	164 abc B	202 a A	102 ab B	112 a A
- N	79 d A	53 de B	57 ef A	55 d A	57 e B	74 d A
- P	86 d A	60 d B	92 d A	99 c A	87 cd A	91 bc A
- K	91 cd B	156 b A	149 c A	154 b A	96 bc B	112 a A
- S	111 c A	104 c A	156 bc A	104 c B	100 ab A	95 b A
- Micro	32 e A	34 e A	25 f A	25 d A	55 e B	72 d A
- Ca	- <sup>3</sup>	-	159 abc B	203 a A	81 d B	111 a A
- Mg	199 a B	214 a A	182 ab B	212 a A	104 ab A	112 a A
Test.	-	-	28 f A	27 d A	58 e B	81 cd A
CV (%)	7,29		9,61		5,37	

Tratam.	Acúmulo (µg/vaso)							
	1º Cultivo		2º Cultivo		3º Cultivo		Total	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV	LE	LV
C1	439 b B	653 c A	1889 ab B	2352 b A	1082 a B	1286 a A	3410 a B	4291 b A
C2	742 a B	1297 a A	2054 a B	3306 a A	817 b A	765 b A	3613 a B	5368 a A
- Cal	298 c A	179 e B	314 def A	308 fgh A	262 d A	345 e A	874 ef A	832 hi A
- N	405 bc A	393 d A	740 c A	722 e A	508 c B	716 bc A	1653 cd A	1831 ef A
- P	174 d A	117 e A	231 ef A	220 gh A	233 d A	269 ef A	638 f A	606 ij A
- K	468 b B	938 b A	1611 b A	1802 c A	905 b A	888 b A	2984 b B	3628 c A
- S	479 b B	619 c A	795 c A	745 e A	574 c A	576 cd A	1848 c A	1940 e A
- Micro	164 d A	193 e A	584 cde A	567 efg A	522 c B	744 bc A	1270 de A	1504 fg A
- Ca	- <sup>3</sup>	-	307 def B	611 ef A	217 d B	531 d A	524 fg B	1142 gh A
- Mg	682 a B	884 b A	666 cd B	1325 d A	541 c B	792 b A	1889 c B	3001 d A
Test.	-	-	57 f A	66 h A	122 d A	155 f A	179 g A	221 j A
CV (%)	8,66		14,38		10,86		7,73	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna e maiúscula, em cada linha, para cada cultivo, não diferem entre si (Tukey 5%).

<sup>1</sup> Teor na parte aérea.

<sup>2</sup> Teor nas folhas.

<sup>3</sup> Não determinado por falta de material vegetal para análise.

Vermelho-Amarelo de cerrado, Galvão (1993) quantificou os níveis críticos de Zn no solo e nas folhas das plantas, que segundo o autor são  $0,8 \text{ mg/dm}^3$  no solo (extraído pelo Mehlich-1) e  $17,2 \text{ mg/kg}$  de MS nas folhas. Observa-se que estes níveis críticos ficaram abaixo dos valores apresentados no presente trabalho o que também leva a deduzir que os solos utilizados tiveram capacidade de suprir as necessidades da soja, pois além dos teores naturais de Zn nos mesmos (Tabela 1) serem superiores ao nível crítico acima citado, não se diagnosticou sintomas visuais de deficiência do micronutriente.

À exceção do tratamento -Micro, de modo geral, os teores de Zn na soja, apresentaram-se em níveis bem acima dos limites de suficiência e na quase totalidade dos casos considerados excessivos, conforme citam Sfredo et al. (1986). Isto se explica, em parte, pela boa disponibilidade do nutriente nos solos, que receberam na adubação básica,  $5 \text{ mg}$  de  $\text{Zn/dm}^3$  de solo; também porque os níveis críticos referenciados geralmente são estabelecidos somente para folhas recém-maduras, enquanto no presente trabalho, no 2º e 3º cultivos, analisou-se folhas de toda a planta, havendo, portanto, tendência de obtenção de valores mais elevados, uma vez que o Zn é pouco móvel na planta e se concentra preferencialmente nas folhas mais velhas. Este fato pode ser evidenciado nos resultados apresentados por Ventura (1987), que em estudo sobre o crescimento e composição da soja (cv Paraná) em solução nutritiva, em função de três doses combinadas de K, Ca e Mg, também encontrou elevados teores de zinco nas folhas de soja (principalmente nas inferiores) tendo como média geral dos teores de Zn,  $108 \text{ mg/kg}$  nas folhas superiores e  $177 \text{ mg/kg}$  nas folhas inferiores. Para a cultivar utilizada, não foi encontrada literatura específica acerca de níveis tóxicos de Zn nas folhas, mas no presente trabalho não foi detectada ocorrência de toxicidade de Zn, mesmo onde os teores foram mais elevados.

As maiores acumulações de Zn na parte aérea das espécies, ocorreram nos tratamentos C1 e C2, diretamente associadas à produção de MS, seguidos pelo -K e -Mg, que foram promovidos pelos elevados teores de Zn nos tecidos das plantas. No -Micro, a acumulação de Zn apresentou-se em valores intermediários, o que associado aos teores foliares observados, indicam que para o cultivo destas espécies, não se espera deficiência de Zn, pelo menos a curto/médio prazo.

## 5 CONCLUSÕES

Os dois solos estudados apresentam sérias limitações nutricionais, tanto para o cultivo de gramíneas como o braquiário, quanto para leguminosas como a soja.

Os solos basicamente apresentaram as mesmas limitações nutricionais, sendo que as diferenças observadas foram mais influenciadas pelas exigências nutricionais diferenciadas das espécies utilizadas.

As limitações nutricionais apresentaram a seguinte ordem decrescente:

Braquiário:

LE: -P > -S > -N > -K > -Cal > -Ca > -Mg.

LV: -P > -N > -S > -K > -Cal > -Mg > -Ca > -Micro.

Soja:

LE: -Cal > -Ca > -P > -Mg > -S > -K > -N > -Micro.

LV: -Cal > -P = -Ca > -Mg > -S > -K > -N > -Micro.

Tanto a calagem quanto a adubação, corrigindo as limitações identificadas, são fundamentais para a obtenção de altas produtividades.

Os micronutrientes mostraram-se menos limitantes, porém, sobretudo para a soja, devem ser considerados nos programas de adubações, principalmente o B, cuja deficiência foi constatada com o decorrer dos cultivos sucessivos.

A calagem é essencial para ambas as espécies, sendo que para o braquiário, seu efeito é mais como fonte de Ca e Mg do que como corretivo da acidez.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, V. de P.; BARROS, A.C.S.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeitos da adubação fosfatada e da correção de acidez sobre a produção e a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.)Merril). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 1, Curitiba, 1979. **Resumos...** Curitiba: ABRATES, 1979. p.31.
- BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Nutrição mineral da soja. In: FUNDAÇÃO CARGILL - **A soja no Brasil Central**. 2. ed. Campinas, 1982. cap. 4, p.115-133.
- BLANCHAR, R.N.; REHM,G.;CALDWELL,A.C. Sulfur in plant material digestion with nitric and percloric acids. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 29, n. 1, p.71-72, Jan./Feb. 1965.
- BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E CALAGEM DE PATAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 383-419.
- BORKERT, C. M.; YORINORI, J.T.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; SFREDO, G.J. Seja o doutor da sua soja. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n.66, p. 1-16, Jun. 1994.
- BRAGA, J.M.; FERRARI, R.A.R.; SEDIYAMA, C.; OLIVEIRA, L. M. Respostas da cultivar de soja Santa Rosa à aplicação de P, K e calcário em latossolos do Triângulo Mineiro. II Correlação com análise química do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1975. **Anais...** Campinas: SBCS, 1975. p. 289-293.
- CARMO, D.N.; CURI, N.; RESENDE, M. Caracterização e gênes de Latossolos da região do Alto Paranaíba-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p. 235-240, 1984.
- CARNEIRO, G.E. de S. **Efeito da densidade de plantas e da adubação na qualidade de sementes e outras características agrônômicas da Soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar UFV-1**. Viçosa: UFV, 1988. 119p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

- CARRIEL, J.M.; WERNER, J.C.; ABRAMIDES, P.L.G.; MONTEIRO, F.A.; MEIRELES, N.M.F. Limitações nutricionais de um solo Podzólico Vermelho Amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.46, n.1, p. 61-73, jan./jun.1989.
- CARVALHO, M.M. Melhoramento da produtividade das pastagens através da adubação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n.132, p. 23-32, 1985.
- CARVALHO, M. M.; CRUZ FILHO, A.B.; BOTREL, M.A. Formação de pastagens. In: **Curso de pecuária leiteira para técnicos da NESTLÉ**, 3, São Paulo: Nestlé, 1984. p.8-18.
- CARVALHO, M.M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R. S.; SIQUEIRA, C. Resposta de *B. decumbens* à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Resumos...** Campinas: SBZ, 1990. v.27, p. 249.
- CASAGRANDE, J.C.; SOUZA, O.C. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais em solos sob vegetação de cerrado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.1. p.21-25, 1982.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fertilidade del suelo y nutrición de la planta. In: \_\_\_\_\_. **Informe anual 1979: pastos tropicales**. Cali, 1979. p.63-68.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fertilidade del suelo y nutrición de la planta. In: \_\_\_\_\_. **Informe anual 1980: Programa de pastos tropicales**. Cali, 1981. p. 57- 68.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fertilidade del suelo y nutrición de la planta. In: \_\_\_\_\_. **Informe anual 1981: Programa de pastos tropicales**. Cali, 1982. p. 171-194.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fertilidade del suelo y nutrición de la planta. In: \_\_\_\_\_. **Informe anual 1984: Programa de pastos tropicales**. Cali, 1985. p.133-151.
- CHAMINADE, R. Recherches sur la fertilité et la fertilisation des sols em régions tropicales. **L'Agronomie Tropicale**, France, v.27, n.9, p. 891-904, Sept. 1972.
- CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: ROSAND, P.C. (ed). **Reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.45-75.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 4ª aproximação**. Lavras, 1989. 159 p.

- CORDEIRO, J.C. **Características físico-hídricas de Latossolos sob vegetação de cerrados no Brasil Central.** Itaguaí: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1977. 123p. (Tese de Mestrado).
- CORRÊA, L. de A. **Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de *Brachiaria*.. *decumbens* Stapfl, *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. Cv. Marandu e *Panicum maximum* Jacq., em Latossolo Vermelho Amarelo, álico.** Piracicaba: ESALQ, 1991. 83p.
- CORSI, M. **Adubação nitrogenada de pastagens.** In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de e FARIA, V.P. de **Pastagens: fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1986. p.109-132.
- COUTO, W.; LEITE, G.G.; KORNELIUS, E. **The residual effect of P and lime on the performance of four tropical grasses in a high P fixing Oxisol.** *Agronomy Journal*, Madison, v. 77, p.539-542, 1985.
- CURI, N. **Litosequence and toposequence of oxisols from Goiás and Minas Gerais states, Brazil.** Indiana: Purdue University, West Laffaite, 1983. 157 p. (Tese de PhD).
- CURI, N.; FRANZMEIER, D.P. **Effect of parent rocks on chemical and mineralogical properties of some Oxisols in Brazil.** *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 51, p.153- 158, 1987.
- CURI, N.; FRANZMEIER, D.P. **Toposequence of Oxisols from the Central Plateau of Brazil.** *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 48, p.341-346, 1984.
- CURI, N.; LIMA, J. M. de; ANDRADE, H.; GUALBERTO, V. **Geomorfologia, física, química e mineralogia dos principais solos da região de Lavras - MG.** *Ciência e Prática*, Lavras, v.14, n.3, p.297-307, set/dez 1990.
- DE MOY, C. J.; PESEK, J.; SPADON, E. **Mineral nutrition.** In: CALDWELL, B. E. (ed.) **Soybean: improvement, production and uses.** Madison: American Society of Agronomy, 1973. p. 267- 352. (Agronomy, 16).
- DIJKSHOORN, W.; VAN WIJK, A.L. **The sulphur requeriments of plants as evidenced by the sulphur-nitrogen ratio in the organic matter. A review of published data.** *Plant and Soil*, The Hague, v. 26, p. 129-157, 1967.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual 1976-7.** Planaltina: EMBRAPA, 1978.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Relatório Técnico Anual-1979.** Campo Grande, 1981. 116p.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1981.
- FAQUIN, V. **Cinética da absorção de fosfato, nutrição mineral, crescimento e produção da soja sob influência de Micorriza Vesículo-Arbuscular (MVA)**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 136 p. (Tese - Doutorado em Solos e nutrição de plantas).
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.
- FAQUIN, V.; FERRARI NETO, J.; EVANGELISTA, A.R.; VALE, F.R. do **Limitações nutricionais do colônião (*Panicum maximum*, Jacq) e da braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf), em amostras de um latossolo do noroeste do Paraná. II Nutrição em macro e micronutrientes**. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.23, n.4, p.552-564, 1994.
- FAQUIN, V.; ROSSI, C.; CURI, N. e EVANGELISTA, A.R. **Calagem e fontes de fósforo em Latossolo variação Una sobre o crescimento e nutrição do braquiário. II. Níveis críticos e acumulação de fósforo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. *Anais...* Viçosa: SBCS, 1995. p.1436-1438.
- FAQUIN, V.; VALE, F.R. do **Toxidez de alumínio e de manganês**. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 15, n.170, p.29-38. 1991.
- FERNANDES, B.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. **Caracterização de alguns solos sob cerrado e a disponibilidade de água para as culturas**. *Experientiae*, Viçosa, v. 24, n.9, p. 209-260, 1978.
- FERNANDES, M.S.; ROSSIELO, R.O.P. **Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais**. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.93-123.
- FERRARI NETO, J. **Limitações nutricionais para o colônião (*Panicum maximum* Jacq) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) em Latossolo da região noroeste do estado do Paraná**. Lavras: ESAL, 1991. 126p. (Tese - Mestrado em Solos e nutrição de plantas).
- FERRARI NETO, J.; FAQUIN, V.; VALE, F.R.; EVANGELISTA, A.R.; **Limitações nutricionais do colônião (*Panicum maximum*, Jacq) e da braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf), em amostras de um latossolo do noroeste do Paraná. I produção de matéria seca e perfilhamento**. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.23, n.4, p.538-551, 1994.

- FERREIRA, M. M.** **Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos brasileiros.** Viçosa: UFV, 1988. 79p. (Tese - Doutorado em Solos e nutrição de plantas).
- FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J.** **Fixação biológica de nitrogênio.** Brasília: ABEAS, 1988. 54p. (curso de especialização em Agricultura Tropical por tutoria a distância, módulo 2.3).
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. de.** Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 5-8, Jan/Abr. 1980.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; MATTOS, H.B.; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P.** Composição química inorgânica de forrageiras do estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 31, n.1, p.115-137, jan/jun. 1974.
- GALRÃO, E.Z.** Efeito de micronutrientes e do cobalto na produção da soja em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.13, p. 41-44, 1989.
- GALRÃO, E.Z.** Níveis críticos de zinco em Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso sob cerrado para a soja. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.17, n.1, p.83-87, 1993.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; WAGNER, E.** Potencial agrícola da região dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 1-17, 1980.
- GOMES, F.P.** **Curso de estatística experimental** 2. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.
- GUSS, A.; GOMIDE, J. A.; NOVAIS, R. F. de.** Exigências de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de Brachiaria em solos com características físico-químicas distintas. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.4, p.278-289, 1990.
- HAAG, H.P.; BOSE, L.V.; ANDRADE, R.G.** Absorção de macronutrientes pelos capins colômbio, gordura, jaraguá, napier e pangola. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 24, p.177-188, 1967.
- HOWELER, R.H.** Analisis del tejido vegetal en el diagnostico de problemas nutricionais: alguns cultivos tropicales. Cali: **Centro Internacional de Agricultura Tropical**, 1983. 28p.
- JACKSON, M. L.** **Análise química de suelos.** 2. ed. Barcelona: Omega, 1970. 662 p.
- JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B.** The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v.34, p.197-224, 1981.
- KURIHARA, C.H.** **Nutrição mineral e crescimento da soja sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K.** Lavras: ESAL, 1991. 95p. (Tese - Mestrado em Solos e nutrição de plantas).

- LOPES, A.S. **Available water, phosphorus fixation and zinc levels in Brazilian cerrado soils in relation to their physical, chemical and mineralogical properties.** Raleigh-USA, North Carolina State University, 1977. 189p. (Tese de PhD).
- LOPES, A.S. **A survey of the fertility status of soils under "cerrados" vegetation in Brazil.** Raleigh-USA: North Carolina State University, 1975. 138 p. (Tese MS).
- LOPES, A.S. **Solos sob "cerrado".** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato (EUA) e Instituto Internacional da Potassa (Suíça), 1983. 161 p.
- LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. **Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excesso.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17, Londrina, 1986. *Anais...* Londrina: EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p.133-178.
- LUCHETTA, S.; CRUZ, M. C. P. da; FERREIRA, M.E. **Efeito da calagem sobre o crescimento de três espécies de gramíneas forrageiras.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. *Resumos...* Lavras: SBZ, 1992. P.447.
- MAEDA, S. **Efeitos de quantidades de calcário, estimadas por três métodos, no comportamento de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** Lavras: ESAL, 1987. 87p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da soja.** São Paulo: Ultrafertil, 1978. 40p. (Divulgação Técnica, 5).
- MALAVOLTA, E.; BOARETO, A.E.; PAULINO, V.T. **Micronutrientes - uma visão geral.** In: Simpósio sobre micronutrientes na agricultura. Jaboticabal, 1988. *Anais...* Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. P.445-484.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas.** São Paulo: Livraria Pioneira, 1974. 727p.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1985. 136p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. de **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

- MARUN, F. **Produção de matéria seca e nutrição mineral de gramíneas forrageiras em função da relação Ca/Mg do corretivo.** Lavras: ESAL, 1990. 81p. (Tese - Mestrado em Solos e nutrição de plantas).
- MASCARENHAS, H.A.A. **Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos, durante o ciclo vegetativo da soja.** Campinhas: Instituto Agronômico, 1973. 48 p. (Boletim Técnico, 6)
- MASCARENHAS, H. A. A.; BULISANI, E.; MIRANDA, M. A. C.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; BRAGA, N. R. **Deficiência de potássio em soja no estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções.** Piracicaba: POTAFÓS, 1988. 12p. (POTAFÓS, Informações Agronômicas, 42).
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; BRAGA, N. R.; MIRANDA, M. A. C.; TISSELLI FILHO, O. **Calagem e adubação da soja no estado de São Paulo.** In: MIYASAKA, S. e MEDINA, J.C. (ed.). **A soja no Brasil.** Campinas: ITAL, 1981. p. 501-514.
- MATTOS, H. B.; COLOZZA, M. T. **Micronutrientes em pastagens.** In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 233-256.
- MEURER, E. J.; WANG, G.M.; WANG, S.R. **Desenvolvimento da planta - funções dos nutrientes e sintomas de deficiência.** In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (ed). **A soja no Brasil.** Campinas: ITAL, 1981. p.156-167.
- MONTEIRO, F.A.; ONO, M.N. **Níveis de enxofre em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada em solução nutritiva.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: SBCS, 1995. p.1021-1022.
- MORAES, E.A. **Concentração, acumulação de P, K, Ca e Mg e crescimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes estádios de desenvolvimento.** Lavras: ESAL. 1983. 139p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- MORIKAWA, C.K. **Limitações nutricionais para o *Andropogon (Andropogon gayanus)* e Braquiarião (*Brachiaria brizantha*) em Latossolo da região dos Campos das Vertentes - MG.** Lavras: ESAL, 1993. 143p. (Tese - Mestrado em Solos e nutrição de plantas).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle.** 6. ed. rev. Washington: NRC/National Academic of Science, 1984. 90p.
- NOGUEIRA, F.D.; PAULA, M.B. de; GUIMARÃES, P.T.G.; CARVALHO, J.G.de. **Importância do pH do solo para a agricultura.** **Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.15, n.170, p.29- 38, 1991.**

- PALHANO, J.B.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M. Efeito de níveis de calcário sobre o rendimento da soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. **Resultados de pesquisa de soja 1981/82**. Londrina, 1982. p.17-19.
- PASSOS, R.R. **Respostas do braquiarião e do Andropogon a fontes de fósforo, calcário e gesso em latossolo da região dos Campos das Vertentes-MG**. Lavras: ESAL, 1994. 90p. (Tese- Mestrado em Solos e nutrição de plantas).
- PAULINO, V.T. **Efeito da fertilização fosfatada, da calagem e micronutrientes no desenvolvimento de plantas forrageiras**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 281p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- PAULINO, V.T.; ANTON, D.P.; COLOZZA, M.T. Problemas nutricionais do gênero *Brachiaria* e algumas relações com o comportamento animal. *Zootecnia*, Nova Odessa, v.25, n.3, p. 215- 263, Jul/Set. 1987.
- PEREIRA, J. P. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*. Nova Odessa, 1986. **Encontro...** Nova Odessa: SAA. Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária/Instituto de Zootecnia, 1986. Cap. 5, p. 1-91.
- QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem do solo. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Curso de atualização de fertilidade do solo**. Londrina: IAPAR, 1983.
- QUAGGIO, J.A.; SILVA, N.M. da; BERTON, R.S. Culturas oleaginosas - soja. In: Simpósio sobre micronutrientes na agricultura. Jaboticabal, 1988. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.445-484.
- REID, R.L; JUNG, G.A. Effects of elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In: MAYS, D.A. (ed.). **Forage Fertilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1974. p. 395-435.
- RESENDE, M. **Caracterização dos solos tropicais brasileiros**. Brasília: ABEAS, 1988. 182p. (Curso de Especialização em Agricultura Tropical por tutoria a distância, módulo 2.1).
- RESENDE, M. **Pedologia**. Viçosa: UFV, 1982. 100p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília: MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 83p.
- RESENDE, M.; SANTANA, D.P.; REZENDE, S.B. Susceptibilidade magnética em Latossolos do Sudeste e Sul do Brasil. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO E CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA, 3, Rio de Janeiro, 1984. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1984.

- RITCHEY, K.D.; COX, F.R.; GALRÃO, E.Z.; YOST, R.S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 215-225, mar. 1986.
- ROSOLEM, C.A. **Nutrição Mineral e Adubação da Soja**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato (EUA) e Instituto Internacional da Potassa (Suíça), 1980. 80p.(Boletim Técnico nº 6).
- ROSOLEM, C.A. **Nutrição e Adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 93 p. (Boletim Técnico nº 8).
- ROSSI, C.; FAQUIN, V.; CURI, N. e EVANGELISTA, A.R. Calagem e fontes de fósforo em Latossolo variação Una sobre o crescimento e nutrição do braquiário. I. Produção de matéria seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: SBCS, 1995. p.1433-1435.
- SAMARÃO, S.S.; DIDONET, A.D.; NEIVA, L.C.S.; DUQUE, F.F.; GOI, S.R.; JACOB NETO, J.; MONTEIRO, P.M.F.O.; ROLIM, R.B. Influência da calagem e micronutrientes na nodulação da soja por *Rhizobium japonicum* em solos ácidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 237-244, mar. 1986.
- SANCHEZ, P.; SALINAS, J. G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, p. 279-406, 1981.
- SENTIS, I. P. Uso, manejo y degradación de suelos en America Latina - situacion actual y perspectivas para el futuro. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO. Salamanca-Sevilla, 1993. **Anais...** Salamanca-Sevilla, 1993. p. 178-204.
- SERRÃO, E.A.S.; CRUZ, E.S.; SIMÃO NETO, M.; SOUZA, G.F. de; BASTOS, J.B.; GUIMARÃES, M.C. de F. **Resposta de três gramíneas (*Brachiaria decumbens* Stapf, *Brachiaria ruziziensis* Germain et Everard e *Pennisetum purpureum* Schum) a elementos fertilizantes em Latossolo Amarelo, textura média**. Belém: IPEAN, 1971. v.1, n.2, 38p
- SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; LANTMANN, A.F. Determinação da relação ótima entre Ca, Mg e K para a cultura da soja em solos do Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, Campo Grande, 1992. **Atas...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO/EMPAER/MS, 1993. 123p. (Documentos, 56).
- SFREDO, G.J.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; BORKERT, C.M. **Soja, nutrição mineral, adubação e calagem**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1986. 51p. (Documentos, 64).
- SOUSA, D.M.G.de; LOBATO, E.; MIRANDA, L.N.de Correção do solo e adubação da cultura da soja. In: Cultura da soja nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.137-158.

- SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16, Ilhéus, 1984. Anais... Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.259-292.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BORKERT, C.M. Nutrição mineral da soja. In: Cultura da soja nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, Piracicaba, 1993. Anais... Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.137-158.
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise Foliar: amostragem e interpretação.** Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1983. 18p.
- VALE, F.R. do; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 171p.
- VARGAS, M. A. T.; MENDES, I. de C.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. Fixação biológica do nitrogênio. In: Cultura da soja nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, Piracicaba, 1993. Anais... Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.137-158.
- VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R. Adubação nitrogenada, inoculação e épocas de calagem para a soja em um solo sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n.8, p. 1127- 1132, 1982.
- VENTURA, C.A.de O. **Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e a composição da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. Paraná.** Piracicaba: ESALQ, 1987. 65p. (Tese - Doutorado em Solos e nutrição de plantas).
- VIEIRA, R.D. **Avaliação do efeito de níveis de alguns nutrientes na composição química e na qualidade de sementes de soja *Glycine max* (L.) Merrill.** Viçosa: UFV, 1985. 156 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- VITTI, G.C. **Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta.** Jaboticabal: FUNEP/FCAV/UNESP, 1989. 37p.
- WERNER, J.C. **Adubação de pastagens.** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1984. 49p. (Boletim Técnico, 18).
- WERNER, J.C.; HAAG, H.P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.29, n.1, p.191-245, 1972.
- WERNER, J.C.; MATTOS, H.B. Estudos de nutrição do Capim Gordura (*Melinis minutiflora*). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.29, n.1, p.175-184, Jan/jun. 1972.
- WERNER, J.C.; QUAGLIATO, J.L.; MARTINELLI, D. Ensaio de fertilização do colômbio com solo da "Noroeste". **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.24, n.(único), p. 159-167, 1967.

## 7. ANEXOS

TABELA 1A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros matéria seca da parte aérea do 1º, 2º e 3º cortes, total dos cortes, da raiz e perfilhamento (no 1º corte) do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio					
	1º corte	2º corte	3º corte	total	Raiz	Perfilhos
Solo (S)	89,228	0,0837	25,92	219,82	24,55	232,97
Tratamento (T)	252,213	129,2200	801,92	2916,16	7128,56	476,40
S x T	12,702	3,1231	5,54	10,73	75,20	31,57
Resíduo	1,472	0,6948	1,49	4,52	19,86	3,36
CV (%)	11,66	11,18	6,79	5,94	10,08	11,96

TABELA 2A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros matéria seca da parte aérea e raiz, do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio							
	Parte aérea				Raiz			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	10,6161	5,773 <sup>ns</sup>	0,6323 <sup>ns</sup>	41,68	10,9964	59,470	0,0248 <sup>ns</sup>	118,16
Tratam. (T)	29,0972	584,312	162,6561	1700,38	19,9773	202,121	27,7569	551,89
S x T	1,2999	6,891	1,5525	9,16	1,5440	5,272	1,8570	11,91
Resíduo	0,1361	1,529	0,5537	2,27	0,2436	1,186	0,2317	2,06
CV (%)	9,47	11,05	9,56	6,59	18,47	14,62	12,94	10,38

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 3A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de nitrogênio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	6,0000	16,412	0,1803	206,18 <sup>ns</sup>	116274,4	1611,9	143079,8
Tratam. (T)	4,5553	6,298	5,3126	55386,82	38898,2	42222,8	493684,7
S x T	0,5636	3,188	0,0435 <sup>ns</sup>	3965,68	22592,6	1289,0	17333,1
Resíduo	0,9034	0,032	0,0434	906,86	271,7	339,0	1112,1
CV (%)	12,47	8,41	13,52	10,61	10,67	9,09	5,80

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 4A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de fósforo na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	0,0054	0,0602	0,01396	679,626	387,56	331,12	3666,1
Tratam. (T)	0,0203	0,0785	0,08086	343,220	123,54	471,64	3611,9
S x T	0,0081	0,0031	0,01359	135,184	10,67	59,75	203,0
Resíduo	0,0010	0,0005	0,00017	16,065	2,52	2,53	18,2
CV (%)	16,54	13,18	10,73	16,62	14,07	9,50	9,13

TABELA 5A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de potássio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	0,0021 <sup>ms</sup>	0,4489	0,2097	30681,8	724,0	203,4 <sup>ms</sup>	14047,5
Tratam. (T)	2,1716	1,7117	1,0296	38682,8	5631,8	28698,8	251887,3
S x T	0,0498	0,0802	0,0217	7328,0	254,2	554,1	4759,7
Resíduo	0,0179	0,0075	0,0070	528,1	50,5	94,5	627,3
CV (%)	8,13	8,98	10,00	12,03	10,84	7,63	7,12

<sup>ms</sup> Não significativo.

TABELA 6A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de cálcio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	1,5742	0,0224 <sup>ms</sup>	0,0630	38111,8	708,46	9144,6	88560,5
Tratam. (T)	0,3469	1,0177	1,1505	8659,1	21651,54	44885,7	209630,9
S x T	0,0187	0,0157	0,0034 <sup>ms</sup>	1189,8	362,63	615,3	4582,5
Resíduo	0,0044	0,0068	0,0078	86,3	86,29	157,6	409,1
CV (%)	15,34	8,33	13,54	16,04	11,50	11,31	8,72

<sup>ms</sup> Não significativo.

TABELA 7A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de magnésio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiarião.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	0,0634	0,3405	0,0177	376,10	2867,62	30,59 <sup>ns</sup>	5495,4
Tratam. (T)	1,4302	1,4585	0,2006	25420,04	11498,21	2922,78	94466,4
S x T	0,0382	0,0738	0,0244	1046,01	1430,49	172,86	5055,4
Resíduo	0,0068	0,0102	0,0005	117,79	124,80	18,94	113,7
CV (%)	14,74	16,29	8,04	15,03	24,65	12,11	7,83

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 8A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de enxofre na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiarião.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	0,00342	0,00008 <sup>ns</sup>	0,00133	471,96	3,299 <sup>ns</sup>	143,76	1113,74
Tratam. (T)	0,01053	0,00797	0,01614	186,32	263,188	420,93	2953,65
S x T	0,00071	0,00054	0,00021	21,84	2,292 <sup>ns</sup>	5,28	41,06
Resíduo	0,00016	0,00014	0,00009	3,91	1,201	2,51	7,74
CV (%)	11,74	7,53	8,95	14,74	8,74	9,42	7,10

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 9A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de boro na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiarião.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	246,02	124,79	802,87	0,00001 <sup>ns</sup>	0,0120	0,1692	0,0922
Tratam. (T)	302,74	143,52	108,32	0,08065	0,0456	0,1572	0,8377
S x T	58,34	18,45	19,61	0,01152	0,0026	0,0170	0,0462
Resíduo	2,25	5,74	4,04	0,00088	0,0005	0,0010	0,0022
CV (%)	7,73	10,70	14,60	12,58	13,26	12,84	7,87

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 10A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de cobre na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	16,159	7,245	5,904	0,0013	0,00032	0,0055	0,0081
Tratam. (T)	34,061	5,419	23,448	0,0045	0,00299	0,0196	0,0799
S x T	6,074	5,081	9,258	0,0006	0,00063	0,0010	0,0016
Resíduo	0,689	0,893	0,445	0,0001	0,00005	0,0002	0,0003
CV (%)	13,13	15,76	10,26	13,36	15,86	13,74	8,60

TABELA 11A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de manganês na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	12177,0	14737,6	13458,3	0,0414	2,2050	8,3578	20,1684
Tratam. (T)	8754,8	24351,7	17968,0	1,7457	2,3031	3,2712	25,9349
S x T	1683,8	4794,7	4341,1	0,1491	0,2534	0,6216	1,9148
Resíduo	129,0	183,5	222,5	0,0309	0,0139	0,0737	0,1149
CV (%)	10,59	9,03	13,26	13,80	10,88	16,96	9,34

TABELA 12A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de zinco na parte aérea do 1º, 2º, 3º cortes e total dos cortes, do braquiário.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º corte	2º corte	3º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total
Solo (S)	200,06	3249,73	286,94	0,3425	0,1648	0,1158	1,5792
Tratam. (T)	660,69	1771,97	3338,76	0,1090	0,1252	0,6593	2,7028
S x T	73,00	459,05	126,91	0,0123	0,0347	0,0354	0,0441
Resíduo	9,42	41,47	50,97	0,0037	0,0033	0,0121	0,0177
CV (%)	9,60	15,95	15,84	15,46	19,49	16,32	10,53

TABELA 13A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de nitrogênio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	0,0031 <sup>ns</sup>	14,6481	2,1840	11610,2	28751,8	647,0 <sup>ns</sup>	9513,3 <sup>ns</sup>
Tratam. (T)	6,4227	9,3620	7,3481	39250,8	173771,3	66136,4	811099,8
S x T	0,3646	1,6824	1,0320	1815,3	8394,2	4700,7	16451,9
Resíduo	0,1484	0,1190	0,1116	380,6	782,5	884,9	2632,4
CV (%)	9,04	8,77	8,13	10,42	9,61	12,46	7,51

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 14A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de fósforo na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	0,00003 <sup>ns</sup>	0,00119	0,00146	32,84	68,76	32,45	367,58
Tratam. (T)	0,02313	0,02772	0,02456	141,00	938,21	416,69	3958,33
S x T	0,00308	0,00059	0,00131	7,39	7,69	6,42	26,80
Resíduo	0,00048	0,00016	0,00017	1,34	2,99	2,69	8,87
CV (%)	11,24	9,73	8,98	12,34	12,45	15,50	9,26

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 15A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de potássio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	1,1686	0,1808	0,3849	145,90 <sup>ns</sup>	60,01 <sup>ns</sup>	1651,12	3517,3
Tratam. (T)	4,5116	6,5552	2,7515	15204,28	59305,26	38751,29	322253,2
S x T	0,5005	0,0625	0,0677	1407,58	1140,25	919,21	3591,2
Resíduo	0,0351	0,0229	0,0097	193,31	125,04	199,14	361,3
CV (%)	8,41	8,66	5,83	14,04	9,15	13,09	6,11

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 16A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de cálcio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	0,1937	0,0707	0,2176	1681,01	1063,05	899,78	9937,4
Tratam. (T)	2,3950	2,1504	1,8678	12222,35	86715,89	22090,23	306147,7
S x T	0,0666	0,0474	0,0371	474,08	514,33	200,31	969,9
Resíduo	0,0107	0,0114	0,0082	52,94	238,93	71,60	367,8
CV (%)	6,78	7,80	7,40	9,58	11,39	9,87	6,76

TABELA 17A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de magnésio na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	1,3978	0,1265	0,0070	892,69	1201,09	138,23	5393,33
Tratam. (T)	4,4115	2,0296	0,1507	14022,02	29923,73	2586,11	112242,40
S x T	0,2696	0,1334	0,0042	376,86	1008,31	96,79	2947,49
Resíduo	0,0142	0,0073	0,0008	28,89	34,65	8,81	78,03
CV (%)	11,02	10,90	6,73	10,51	8,72	9,88	6,34

TABELA 18A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de enxofre na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	0,0280	0,00049	0,00039 <sup>ns</sup>	13,068	41,87	0,883 <sup>ns</sup>	5,11 <sup>ns</sup>
Tratam. (T)	0,0037	0,01422	0,00841	49,411	2218,11	507,164	5942,30
S x T	0,0012	0,00045	0,00067	2,186	11,13	3,752	11,48 <sup>ns</sup>
Resíduo	0,0002	0,00012	0,00013	0,939	4,16	1,495	5,82
CV (%)	10,48	7,54	7,64	15,06	10,76	10,37	6,70

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 19A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de boro na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	4537,68	323,90	861,42	0,0380	0,0176	0,0209	0,0271 <sup>ns</sup>
Tratam. (T)	2892,48	694,53	867,15	0,2369	0,6691	0,0893	2,9250
S x T	1684,72	134,52	68,72	0,0401	0,0181	0,0041	0,0454
Resíduo	267,90	17,56	12,08	0,0087	0,0033	0,0008	0,0130
CV (%)	13,65	8,46	8,19	17,72	12,46	10,18	9,78

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 20A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de cobre na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	3,899 <sup>ns</sup>	11,140	6,349	0,00038	0,00507	0,00001 <sup>ns</sup>	0,00324
Tratam. (T)	60,288	24,379	26,230	0,00307	0,03886	0,01332	0,12743
S x T	2,967	3,608	1,659	0,00006 <sup>ns</sup>	0,00229	0,00022	0,00277
Resíduo	1,036	0,431	0,671	0,00004	0,00005	0,00004	0,00010
CV (%)	12,04	13,61	10,84	14,68	9,41	10,16	5,86

<sup>ns</sup> Não significativo.

TABELA 21A - Quadrados médios da análise de variância (significativos a 5% pelo teste F) dos parâmetros teor e acumulação de manganês na parte aérea do 1º, 2º, 3º cultivos e total dos cultivos, da soja.

Causas de variação	Quadrado médio						
	Teor			Acumulação			
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	total
Solo (S)	28228,0	7287676,0	1159791,0	0,0053 <sup>ns</sup>	123,662	18,810	236,906
Tratam. (T)	91718,2	3411659,0	358678,0	1,3071	40,527	2,869	78,715
S x T	8511,0	829853,6	86221,1	0,0615	14,184	1,054	22,234
Resíduo	217,1	25392,5	1224,2	0,0078	0,151	0,034	0,240
CV (%)	9,02	21,22	10,99	13,57	12,89	13,99	10,07

<sup>ns</sup> Não significativo.

