

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA NUTRIÇÃO MINERAL E DA  
ADUBAÇÃO DO SIRATRO (*Macroptilium atropurpureum*, D. C.,  
cv. Siratro) GALACTIA (*Galactia striata* (Jacqu.) URB.) E  
SOJA PERENE COMUM (*Glycine wightii*, WILLD.) EM DOIS  
SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

MARCOS TASSO DE MIRANDA  
(EMBRAPA)

Orientador: Prof. E. Malavolta

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A  
Estado de São Paulo - Brasil  
Abril, 1979

Aos meus pais  
TASSO (in memoriam)  
Maria Eugênia

A minha esposa  
YNE  
e aos meus filhos  
TASSO e BEATRIZ

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

Sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- Ao Prof. Dr. Eurípedes Malavolta, pela orientação, dedicação e apoio durante o transcorrer da tese;
- Ao Dr. Eliseu Roberto de Andrade Alves, por ter facilitado o curso de mestrado;
- Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge, pelas sugestões e colaborações prestadas;
- Ao Dr. Nelson José Novaes, pela colaboração no desenvolvimento da tese.
- Ao Dr. Sidival Lourenço, pelo apoio dado a este trabalho;
- Ao Dr. Francisco A. Monteiro, pelas informações prestadas durante a execução do trabalho;
- Ao Dr. João Gilverto C. da Silva, pela colaboração oferecida no Departamento de Métodos Quantitativos;
- Ao Sr. Gustavo Mirabeau Pimentel, pela execução das análises estatísticas;
- Ao Dr. Pedro Valentin Marques, pelo auxílio e colaboração nas interpretações das análises estatísticas;
- À Chefia da UEPAE / São Carlos (EMBRAPA), pela ajuda financeira oferecida;

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP;

Aos colegas de trabalho Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup> Claudio M. Haddad , Mari-  
nêia L. Haddad , Artur Heráclio Gomes e Maurício Melo de  
Alencar;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pe-  
la oportunidade de realização do curso de Mestrado.

## Í N D I C E

	Pág.
1 - RESUMO .....	1
2 - INTRODUÇÃO .....	4
3 - REVISÃO DE LITERATURA .....	7
3.1 - Nitrogênio .....	7
3.2 - Fósforo .....	10
3.3 - Potássio .....	13
3.4 - Cálcio .....	14
3.5 - Enxofre .....	17
3.6 - Magnésio .....	19
3.7 - Boro .....	20
3.8 - Cobre .....	22
3.9 - Ferro .....	24
3.10 - Manganês .....	25
3.11 - Zinco .....	26
4 - MATERIAL E MÉTODO .....	29
4.1 - Solos .....	29
4.2 - Leguminosas .....	32
4.3 - Delineamento Experimental .....	32
4.4 - Preparo dos Vasos, Solo e Aplicação do Calcário .....	34
4.5 - Adubação e Irrigação .....	34
4.6 - Semeadura .....	36

	Pág.
4.7 - Inoculação .....	37
4.8 - Cuidados Fitossanitários .....	37
4.9 - Colheita .....	38
4.10 - Análises Químicas .....	38
4.11 - Análises Estatísticas .....	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
5.1 - Efeitos dos Macronutrientes .....	40
5.1.1 - Nitrogênio .....	40
5.1.2 - Fósforo .....	46
5.1.3 - Potássio .....	52
5.1.4 - Cálcio .....	58
5.1.5 - Enxofre .....	65
5.1.6 - Magnésio .....	71
5.2 - Efeitos dos Micronutrientes .....	77
5.2.1 - Boro .....	77
5.2.2 - Cobre .....	82
5.2.3 - Ferro .....	85
5.2.4 - Manganês .....	90
5.2.5 - Zinco .....	95
5.3 - Comportamento das Espécies .....	101
5.3.1 - Solo Podzólico Vermelho Amarelo .....	101
5.3.2 - Solo Areias Quartzosas Distrófica ...	107

	Pág.
6 - CONCLUSÕES .....	111
7 - SUMMARY .....	115
8 - BIBLIOGRAFIA .....	118

## 1 - RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a nutrição mineral do siratro (*Macroptilium atropurpureum*), galactia (*Galactia striata*) e soja perene (*Glycine wightii*), em dois solos do Estado de São Paulo, coletados nos Municípios de Aracatuba - Podzólico Vermelho Amarelo e São Pedro - Areias Quartzosas Distrófica.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e obedeceu a um delineamento experimental de blocos casualizados, constando de 10 tratamentos (completo, omissão de calagem, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e calagem, enxofre, magnésio, micronutrientes e testemunha).

A semeadura foi realizada em 10 de outubro de 1976, sendo que a aplicação do calcário se processou 30 dias antes. A colheita se efetuou no dia 25 de janeiro de 1977.



Foram determinadas as produções de matéria seca do caule e das folhas ; em seguida as amostras foram moídas e submetidas às análises químicas para determinação de macro e micronutrientes (exeto molibdênio).

Constatou-se a redução acentuada na matéria seca das plantas em estudo nos dois solos, nos tratamentos com omissão de enxofre, cálcio e calagem, potássio, fósforo, micronutrientes ; para os demais tratamentos essa redução foi menos acentuada.

Efetuada a análise do material, encontraram-se os seguintes teores dos nutrientes na parte aérea do tratamento completo:

Solo Podzólico Vermelho-Amarelo:

- a) Siratro: N - 3,40% ; P - 0,38% ; K - 5,84% ; Ca - 1,63% ; S - 0,22% ; Mg - 0,23% ; B - 17 ppm ; Cu - 10 ppm ; Fe - 462 ppm ; Mn - 343 ppm ; Zn - 52 ppm .
- b) Galactia: N - 1,89% ; P - 0,18% ; K - 4,39% ; Ca - 1,84% ; S - 0,13% ; Mg - 0,19% ; B - 18 ppm ; Cu - 6 ppm ; Fe - 370 ppm ; Mn - 146 ppm ; Zn - 37 ppm .
- c) Soja perene: N - 3,17% ; P - 0,34% ; K - 4,39% ; Ca - 1,69% ; S - 0,17% ; Mg - 0,19% ; B - 25 ppm ; Cu - 9 ppm ; Fe - 543 ppm ; Mn - 255 ppm ; Zn - 66 ppm .

## Solo Areias Quartzosas Distróficas:

- a) Siratro: N - 3,27% ; P - 0,30% ; K - 4,88% ; Ca - 1,66% ; S - 0,23% ; Mg - 0,27% ; B - 15 ppm ; Cu - 14 ppm ; Fe - 546 ppm ; Mn - 115 ppm ; Zn - 66 ppm .
- b) Galactia: N - 2,46% ; P - 0,19% ; K - 4,70% ; Ca - 1,69% ; S - 0,17% ; Mg - 0,12% ; B - 16 ppm ; Cu - 11 ppm ; Fe - 446 ppm ; Mn - 153 ppm ; Zn - 37 ppm .
- c) Soja perene: N - 2,74% ; P - 0,20% ; K - 5,02% ; Ca - 1,76% ; S - 0,21% ; Mg - 0,26% ; B - 14 ppm ; Cu - 9 ppm ; Fe - 503 ppm ; Mn - 125 ppm ; Zn - 53 ppm .

A produção média da matéria seca estimada no caso do tratamento completo foi a seguinte, em t/ha:

## Solo Podzólico Vermelho-Amarelo:

- a) Siretro: 5,463 t/ha ;
- b) Galactia: 7,292 t/ha ;
- c) Soja perene: 4,536 t/ha .

## Solo Areias Quartzosas Distrófica

- a) Siretro; 2,980 t/ha ;
- b) Galactia: 6,140 t/ha ;
- c) Soja perene: 6,929 t/ha .

## 2 - INTRODUÇÃO

Os campos cerrados ocupam, no Brasil, aproximadamente 1,6 milhões de quilômetros quadrados, dos quais 240 mil no Estado de São Paulo (BRITO *et alii*, 1971). Estes campos são constituídos por diversos tipos de solos geralmente com vegetação pobre não permitindo uma boa exploração pastoril.

O Estado de São Paulo acha-se em 36% aproximadamente, recoberto por espécies forrageiras introduzidas e 12% com espécies naturais. A formação de pastagens foi sempre realizada em terras cansadas e de baixas fertilidade, ocasionando fraco desenvolvimento as forrageiras ; estas apresentando teores inadequados de nutrientes, levam a uma nutrição deficiente do animal e, conseqüentemente, a baixos rendimentos da pecuária de leite e corte.

Este é um dos fatores que não permite um crescimento acentuado dos rebanhos de corte no Estado de São Paulo. Pode-se citar, a título de ilustração, os dados fornecidos pelo Prognóstico 78/79 do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura, relativos a 74 / 78 os quais mostram uma taxa geométrica do crescimento negativo de menos 1% ao ano.

Como os solos dos campos cerrados, geralmente, apresentam boas propriedades físicas e regular disponibilidade de água, embora com o lençol freático muito profundo, o que limita a sua fertilidade é deficiência e desequilíbrio de nutrientes.

Entre os nutrientes, o fósforo é um dos mais importantes para a nutrição das plantas forrageiras e também para os animais (MATTOS, 1975). Sendo baixo o seu teor no solo, o desenvolvimento dos pastos é enormemente afetado e o seu teor nas forrageiras mostra-se deficiente.

Os solos brasileiros, de uma maneira geral, são pobres em fósforo, MALAVOLTA *et alii* (1965) verificaram que a maior causa de colheitas reduzidas, provavelmente seria devido a sua falta. ALBA (1961), afirma que quase todas as zonas pastoris do mundo produzem forragem em que são frequentes teores baixos de fósforo (menos de 0,15% na matéria seca) para satisfazer as necessidades dos bovinos.

Em relação ao nitrogênio, JARDIM *et alii* (1962.a) , consideram deficientes em proteínas bruta, as pastagens com menos de 8% desse componente na matéria seca. Segundo WHYTE *et*

*alii* (1959) o fator mais importante para o manejo de uma pastagem, está na dependência de um contínuo e adequado suprimento de nitrogênio, para que se possa obter boas produções e alto valor nutritivo.

Pelo acima exposto fica clara a importância de estudo relativos a leguminosas forrageiras que é de grande importância na alimentação dos animais.

Este trabalho teve por objetivo:

- Através da técnica de "diagnose por subtração" completada pela análise foliar e do solo, verificar quais os fatores químicos da terra que possam estar limitando o desenvolvimento de três forrageiras em duas regiões do Estado de São Paulo;
- Verificar o efeito da omissão ou presença de cada nutriente sobre a produção de matéria seca e seu teor, nas diversas partes da planta;
- Estimar as quantidades de macro e micronutrientes, extraídas por planta em todos os tratamentos.

### 3 - REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 - Nitrogênio

A introdução do nitrogênio no sistema de produção das leguminosas forrageiras pode ser feita pela fixação simbiótica (no todo ou em parte) e pelo uso de fertilizantes.

Segundo Donald, citado por WILLIAMS (1967), o valor da fixação simbiótica do nitrogênio pode ser apreciado considerando-se o nitrogênio acumulado por cerca de 12 milhões de hectares de pastagens, em que predominam as leguminosas temperadas, no sul da Austrália. A estimativa do nitrogênio fixado, estaria na base do equivalente a cinco milhões de toneladas de sulfato de amônio por ano.

Para JONES *et alii* (1970), a introdução de leguminosas constitui provavelmente, o método mais econômico de se adi

cionar nitrogênio no sistema solo-planta.

FREIRE e VIDOR (1970) informam que na possibilidade da obtenção do nitrogênio proveniente da fixação simbiótica do nitrogênio reside uma das principais vantagens do plantio de leguminosas para grãos ou nas pastagens. Essa vantagem existirá, entretanto, se houver um bom funcionamento da simbiose. A simples inoculação da semente com espécie de *Rhizobium* e-ficientes para a exata leguminosa, não é garantia de adequada formação e funcionamento dos nódulos.

Numerosos trabalhos experimentais realizados com diferentes leguminosas forrageiras em diferentes condições de solos tropicais mencionam que a aplicação do calcário teve efeitos positivo no aumento da produção da matéria seca e conteúdo de proteína na parte aérea, no incremento da população do rizobium ; no número, tamanho e peso dos nódulos; no aumento do nitrogênio fixado e nitrogênio total da planta; no aumento da disponibilidade e absorção do fósforo pela planta (NEME e NERRY, 1965 ; DÖBEREINER e ARRUDA, 1967 ; FRANCO e DÖBEREINER, 1967 ; FRANCO e DÖBEREINER, 1968 ; SOUTO e DÖBEREINER, 1969 ; QUAGLIATO e NUTI, 1969 ; CARVALHO, 1969 ; EIRA *et alii*, 1970 ; ROBSON *et alii*, 1970).

ISWARAM (1970), menciona que a pesar das leguminosas tropicais, nodularem e crescerem bem em condições de solos ácidos, a máxima fixação de nitrogênio pode ser obtida somente com moderada aplicação de calcário, quando o solo é muito ácido como frequentemente ocorre em condições tropicais.

FRANÇA e CARVALHO (1970), realizaram um estudo em casa de vegetação, utilizando um Latossolo Vermelho fase cerrado e testando as leguminosas *Glycine javanica* L. (var. comum) , *Glycine javanica* L. (var. tinaroo) , *Macroptilium atropurpureum* D. C. (siratro) , *Pueraria javanica* Benth (Kudzu tropical) e *Centrosema pubescens* Benth , verificaram que a falta de calagem afetou seriamente todas as leguminosas, reduzindo sua produção de massa seca e a fixação de nitrogênio.

Segundo GRIFFITH (1974), as leguminosas são plantas restauradoras do solo, pela sua capacidade de fixação de nitrogênio, pelo melhoramento da drenagem e pela sua habilidade de trazer à superfície nutrientes localizados nas camadas mais profundas, onde outras plantas não são capazes de absorvê-las.

Conforme RUSSEL *et alii* (1969), o nitrogênio é, talvez, o nutriente mais exigido pelas plantas forrageiras. O seu fornecimento como adubo nitrogenado, é influenciado por razões econômicas.

Segundo JONES (1966), uma das dificuldades em adotar adubação nitrogenada de pastagens em larga escala é que uma vez implantado o sistema, o criador fica dependente do mesmo. A elevação da carga animal é substancial devido à aplicação do elemento.

A aplicação de adubos nitrogenados em pastagens tropicais, tem apresentado um potencial produtivo alto, entretanto, o seu aproveitamento tem sido inadequado pelo manejo incorreto destas pastagens, conforme mostram os trabalhos de VICEN-



TE-CHANDLER (1973) ; CARO-COSTA *et alii* (1972.a,b) ; CORSI *et alii* (1974) e LIMA *et alii* (1969).

### 3.2 - Fósforo

As leguminosas exigem maior quantidade de fósforo do que a maioria das outras plantas. A importante função do fósforo na produção de proteínas e no desenvolvimento radicular explica os severos efeitos de sua deficiência sobre a nodulação e produção de compostos nitrogenados (VAN SCHREVEN, 1958).

MC CLUNG *et alii* (1958), estudando a produção de leguminosas forrageiras, como a soja perene e alfafa, cultivada em vasos e em casa de vegetação, nos solos dos Estados de São Paulo e Goiás, verificaram que o fósforo é o elemento mais limitante, vindo a seguir o nitrogênio.

Numerosos trabalhos experimentais com leguminosas forrageiras, incluindo soja perene e siratro, nos mais variados tipos de solos, mostraram que a aplicação de fósforo incrementa a produção de matéria seca e a concentração de nitrogênio da planta (ABRUÑA e FIGARELLA, 1957 ; NEME e NERY, 1965 ; ANDREW e ROBBINS, 1969 ; EIRA *et alii*, 1970 ; JONES *et alii*, 1970).

SOTO e DÖBEREINER (1969), em ensaio com vasos, com duas variedades de soja perene, constataram um aumento pronunciado de produção pela adubação com fósforo, demonstrando a necessidade de elevados níveis deste elemento desde a fase inicial do estabelecimento da espécie.

Adubação fosfatada de solos pobres de fósforo é particularmente benéfica para as leguminosas em pastagens consorciadas, servindo de estímulo sem competir com as gramíneas quanto à absorção do elemento, afirma BLASER (1964).

A aplicação de fósforo às leguminosas forrageiras em geral, tem mostrado ser um fator de incremento da concentração e conteúdo de nitrogênio tanto na parte aérea, como na planta inteira (KHARE e RAI, 1968 ; ANDREW e ROBBINS, 1969 ; EIRA *et alii*, 1970 ; AIDAR *et alii*, 1970).

CARVALHO (1970) ; JONES e FREITAS (1970) e GOEPFERT (1971), verificaram que a aplicação de fósforo estimula o desenvolvimento e peso dos nódulos incrementando a fixação de nitrogênio, além de aumentar o conteúdo do elemento na parte aérea da planta.

WERNER e MATTOS (1972), em estudo da nutrição de centrosema em ensaio de vasos, em casa de vegetação, num solo Latossolo Vermelho - Escuro Orto, com diversos tratamentos de adubação, concluíram que foi a deficiência de fósforo o fator mais limitante do desenvolvimento da nodulação e, conseqüentemente, da fixação de nitrogênio pela centrosema.

KORNELIUS e STAMMEL (1974), utilizando solo Molissolo em casa de vegetação, obtiveram respostas significativas no aumento dos teores de nitrogênio em *Macroptilium atropurpureum* cv. siratro e *Glycine javanica* cv. Cooper, com doses crescentes de fósforo (0 , 100 e 200 ppm). Entretanto, nem todas as leguminosas forrageiras, respondem igualmente à adubação fosfa

tada. Trabalhos feitos por LOVADINI e MIYASAKA (1969), indicaram para o estilosante e Kudzū, uma capacidade maior de absorção do fósforo que nas outras espécies o que lhes permite desenvolver-se mesmo em solos pobres deste elemento. Também HUMPHREYS (1967) mostrou que o *Stylosanthes gracilis* é muito tolerante às condições de baixa fertilidade de fósforo.

Trabalhando com "pellet" nas sementes de leguminosas SOUTO e DÖBEREINER (1969) e JASQUES (1976), com experimento em casa de vegetação, a fim de suprir as elevadas demandas de fósforo e cálcio na fase do estabelecimento das plantas, chegaram à conclusão que o revestimento das sementes com fosforita de Olinda em nada adiantou em relação à substituição de adubação fosfatada, mas minorar a deficiência de cálcio das plantas recém-germinadas.

Por outro lado, LOWTHER e McDONALD (1968), estudando a peletização das sementes de trevo no plantio em comparação com as não peletizadas, encontraram aumento no estabelecimento da primeira. Trabalhos executados por MORALES *et alii* (1973), estudando o método de recobrimento das sementes de leguminosas, encontraram respostas positivas para a peletização no estabelecimento das plantas, assim como diferenças entre os materiais de recobrimento nas diversas espécies estudadas.

GRIPP, FREITAS e SOUTO e DÖBEREINER (1969), indicaram que a deficiência de fósforo pode ser a principal razão que limita o estabelecimento de leguminosas em solos tropicais.

MALAVOLTA (1976)", relatou que o fósforo é o elemento mais limitante das culturas anuais, sendo comum em solos brasileiros encontrar-se teores abaixo de 10 ppm de fósforo. Da mesma forma, MATTOS (1972) ressalta esta importância, frisando ainda, que esgotada as reservas provenientes das sementes, as plântulas originadas das mesmas, não conseguem sobreviver na ausência deste elemento.

### 3.3 - Potássio

Vários trabalhos realizados em condições tropicais, com diversas leguminosas forrageiras mostraram que a aplicação de potássio não afeta a produção da massa seca ou fixação de nitrogênio (ANDREW e ROBBINS, 1969 ; FRANÇA e CARVALHO, 1970 ; JONES *et alii*, 1970).

De acordo com SWIFT e SULLIVAN (1966) pode-se considerar suficiente para o crescimento normal das plantas forrageiras, uma disponibilidade de potássio no solo que proporcione a estas plantas, um teor de 1,2 a 1,5% deste mineral na matéria seca.

Trabalhando em três solos de cerrado, com soja perene em casa de vegetação, SANTOS (1971) encontrou correlação negativa entre o teor de Ca + Mn e a absorção de potássio, acreditando que este fato seja provocado por um desequilíbrio entre os três minerais; FREITAS e PRATT (1969) também concordaram com estes resultados.

Por outro lado, FRANCO e DÖBEREINER (1970), verificaram que a aplicação de potássio causou efeitos depressivos na produção e nas concentrações de cálcio e magnésio na planta.

A falta de resposta das leguminosas à aplicação de potássio em condições tropicais, pode ser devido à aplicação incorreta desse elemento, ou a existência de poucas áreas deficientes de potássio. Áreas desse tipo foram evidenciadas no Rio Grande do Sul, de acordo com o trabalho de FREIRE (1969), onde a aplicação de potássio se fazia necessária, devido ao baixo teor encontrado naquele solo.

MALAVOLTA (1976), informa que o potássio é importante em todos os aspectos do crescimento e da produção da soja e tem grande influência no balanço nutricional da cultura. Está muito relacionado com a absorção de cálcio e de magnésio cujos teores na matéria seca em geral diminuem quando aumentada a dose aplicada ou o teor no solo.

### 3.4 - Cálcio

Albrachet, citado por FREIRE e VIDOR (1970), em trabalho bastante remoto (1929) relata efeito benéfico da calagem sobre a nodulação e rendimento da soja, chamando a atenção para os efeitos separados do cálcio como nutriente e do pH.

NORRIS (1958), esclarece que as leguminosas temperadas se adaptam aos solos férteis, com pH altos e ricos em cálcio. No entanto, o seu baixo poder de extração dos nutrientes,

inclusive de cálcio altamente necessário para a simbiose, faz com que a sua adaptação em solos ácidos se torne difícil. As leguminosas forrageiras tropicais, ao contrário das temperadas adaptam-se em solos ácidos e possuem alta capacidade de extração de nutrientes.

Trabalhos realizados por ANDREW e NORRIS (1961), na Austrália, em solos com baixo teor de cálcio, mostraram que as leguminosas de clima tropical, possuem capacidade de extrair, da mesma quantidade de solo, em média, 24 vezes mais cálcio que as leguminosas de clima temperado. Estes resultados confirmados mais tarde por RUSSEL (1966), que dizia textualmente: "a importância do calcário no crescimento de leguminosas e fertilidade em regiões temperadas, é por demais conhecida. Mas, há evidências em que algumas regiões tropicais podem ser obtido adequado crescimento das leguminosas sob condições de baixo teor de cálcio".

ANDREW e HENZEL (1964), mencionaram que o efeito prejudicial a determinadas plantas, verificado em solos ácidos, encontrados nos trópicos e subtropicais é, frequentemente, atribuído à concentração tóxicas de alumínio ou manganês. DÜBEREINER e ARANOVICH (1965), em trabalhos de estufa, com centrosema constavam que a calagem que eliminava a toxidez de manganês, aumentando em 65% a quantidade de nitrogênio fixada por aquela leguminosa.

O efeito decisivo da calagem e do fósforo no estabelecimento da alfafa, em Latossolos do Rio Grande do Sul, é ob-

servável no experimento de campo de SILVA e STAMMEL (1969), em que o máximo de rendimento foi obtido a pH 6,4.

FREITAS (1969), diz textualmente: "algumas leguminosas *Stylosanthes* entre outras, poderão produzir quantidades consideráveis de matéria seca, mesmo em solos de pH muito baixo ; no extremo oposto, temos as plantas do gênero *Mendicago*, para as quais um índice de pH próximo de 7,0 é condição "sine - quan" para um desenvolvimento adequado. Entre elas, há toda uma variação de leguminosas com exigências e tolerâncias das mais variadas".

FRANÇA e CARVALHO (1970), trabalhando com seis leguminosas de clima tropical em casa de vegetação num Latossolo Vermelho - fase cerrado , verificaram que a ausência de calagem determinou em todas as leguminosas, uma diminuição de fixação de nitrogênio e na matéria seca. Quando analisados o efeito dos mesmos em conjunto, observou-se que essa diminuição foi de 26% . Contudo, o número e peso médio dos nódulos não foram reduzidos em relação à testemunha. Notaram, também, que para o *Stylosanthes gracilis*, onde foram aplicados níveis de calagem de 4 e 7 toneladas por hectare, não houve diferenças significativas.

EIRA *et alii* (1970), verificaram em um experimento em casas de vegetação, num solo Podzólico Vermelho-Amarelo, com três testemunhas, que o cálcio mais magnésio aumentou o nitrogênio percentual do *Macroptiliun atroporpureum* e da *Glycine ja*vanica.

BRAZON (1971) trabalhando com siratro em Latossolo Vermelho - Amarelo fase arenosa, observou que a aplicação de cálcio não teve efeitos significativos sobre a produção de matéria seca da parte aérea, bem como influiu depressivamente na matéria seca da raiz.

MONTEIRO (1976) apresentou o seguinte esquema, referente a forrageiras tropicais:

- 1 - Mostram respostas diferentes em relação às espécies temperadas, quanto à acidez.
- 2 - Entre elas, existe grande variação de respostas à acidez, concluindo que:
  - a) soja perene é a espécie que mais tem aproximado das leguminosas temperadas;
  - b) estilosantes se acham no outro extremo (muito tolerante às condições ácidas do solo);
  - c) a centrosema e o siratro são intermediários, sendo a primeira mais próxima da soja perene, enquanto o siratro mais se aproxima do estilosante.

### 3.5 - Enxofre

MALAVOLTA (1953) e McCLUNG *et alii* (1958) verificaram que as reservas de enxofre da maioria de nossos solos são relativamente baixas.

McCLUNG *et alii* (1959) concluíram em ensaios de vasos com *Pennisetum typhoides*, pela provável deficiência de en



enxofre em muitos solos do Brasil Central, principalmente quando são fornecidas quantidades adequadas de nitrogênio, fósforo e potássio. Verificaram respostas consistentes da aplicação de enxofre na forma de sulfato de cálcio no horizonte A de todos os solos estudados, enquanto a resposta à aplicação do elemento ao horizonte B foi variável com o tipo de solo.

Em ensaio de pastejo de capim colômbio, QUINN *et alii* (1961), registraram benefícios da aplicação de 60 kg de enxofre por hectare, sob a forma de gesso ( $\text{CaSO}_4$ ), sobre a capacidade de suporte das pastagens e produção de carne por hectare em pastagens adubadas com calnitro (200 kg N/ha) e superfosfato triplo (200 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha) ; nas pastagens não adubadas com nitrogênio e fósforo, não houve resposta ao enxofre.

ANDREW (1962) atribuindo ao enxofre função importante no metabolismo do nitrogênio, embora não se saiba até que ponto esta importância esteja ligada ao processo simbiótico de fixação.

Trabalho de WENDT (1970), em Uganda, indica a importância do enxofre na adubação de gramíneas e leguminosas tropicais, a qual em combinação com fósforo mais enxofre aumentava o rendimento forrageiro do capim colômbio e deprimia o teor protéico do mesmo. No estilósante observou um aumento tanto no rendimento como no teor protéico.

JONES *et alii* (1970) trabalharam em casa de vegetação, cultivando em solo deficiente de enxofre, quatro leguminosas tropicais e alfafa. Aplicando enxofre em várias proporções,

verificaram que seu aumento estava relacionado com a produção de matéria seca.

FRANÇA e CARVALHO (1970), investigando as deficiências de nutrientes que limitavam o desenvolvimento de algumas leguminosas em solo de vegetação de "cerrado", verificaram que a omissão de enxofre não teve efeito prejudicial sobre a produção de massa seca ou fixação de nitrogênio.

GOMIDE (1975) afirma que ao se pensar na aplicação de micronutrientes em leguminosas tropicais, é tão essencial garantir o uso de um inoculante eficiente, como também o suprimento de enxofre.

### 3.6 - Magnésio

CALTON (1959) afirma que a calagem aumenta a solubilidade do fósforo e do molibdênio, mas ao alterar o equilíbrio de vida microbiana do solo pode contribuir ainda a curto prazo, para uma menor disponibilidade destes e de outros nutrientes para as plantas. Um excesso de cálcio pode dificultar a absorção de magnésio e potássio se o nível deste cátions não for concomitantemente ajustado.

MALAVOLTA (1967), relata os efeitos das altas concentrações do cálcio e do potássio, especialmente deste último, agindo de maneira depressiva na absorção do magnésio pelo vegetal.

Nos experimentos realizados por FRANÇA e CARVALHO (1970), em casa de vegetação, utilizando um Latossolo Vermelho Amarelo fase cerrado, com cinco forrageiras tropicais, verificou-se que a ausência da calagem, implicou na omissão de cálcio + magnésio, havendo também a hipótese de que a deficiência de magnésio tenha prejudicado o *Rhizobium*, diminuindo a eficiência dos nódulos.

FREITAS (1970), mostrou que os níveis de cálcio e magnésio determinados na parte aérea da centrosema, soja perene e siratro, foram aumentados pela adição de calcário, mas o de potássio foi diminuído, sobretudo quando o cálcio ou o magnésio foram adicionados separadamente. Por outro lado, FRANCO e DÖBEREINER (1970), verificaram que a aplicação de potássio causou efeito depressivo na produção e no conteúdo de cálcio, magnésio e sódio nas plantas.

### 3.7 - Boro

MALAVOLTA (1967), informa que as quantidades de boro encontradas nas plantas são muito variáveis, tendo as leguminosas em geral teores mais altos que as não leguminosas. O boro é um elemento praticamente imóvel no vegetal, sendo a morte da gema apical seguida de amarelecimento e posterior escurecimento das folhas, sinais típicos de sua deficiência.

RUSCHEL *et alii* (1969), estudando efeito de vários micronutrientes na fixação do nitrogênio na soja, observaram

que o boro aumentou o número de nódulos e que teve efeito negativo com relação à massa nodular quando na presença do cálcio e molibdênio.

JONES *et alii* (1969), obtiveram decréscimo significativos de produção no valor de 16% com *Glycine javanica* cultivada em um Regossolo de Pirassununga, no tratamento em que o boro foi omitido.

QUAGLIATO e NUTI (1969) estudaram em ensaio de vasos, o efeito de níveis de calagem na ausência e na presença de dois micronutrientes em conjunto (B + Zn) para um Regossolo de Pirassununga e B + Mg para um solo de Nova Odessa. No primeiro solo, a produção e nodulação da soja perene, tanto na ausência como na presença de boro mais zinco, aumentou até a penúltima dose de calcário utilizado. Enquanto que para o segundo solo, na ausência de boro mais molibdênio, a calagem aumentou a produção da soja até a penúltima dose de calagem, e na presença destes dois micronutrientes, a produção aumentou até a maior dose de calcário utilizada. Isto indica que sem boro mais o molibdênio, começava a haver provável imobilização de boro no solo. O mesmo deve ter acontecido com o boro e zinco no solo de Pirassununga onde a dose maior da calagem elevou o pH a 6,25 .

BRASIL SOBR<sup>o</sup> (1965), relata que para os solos do Município de Piracicaba, encontrou teores de boro total, que variaram de 31 a 54 ppm, enquanto que na fração disponível os níveis observados estavam entre 0,06 a 0,32 ppm.

MALAVOLTA *et alii* (1974) relatam que o emprego de boro deve ser limitado apenas àqueles solos onde for comprovada a sua deficiência. Afirmam ainda, que o nível ótimo para as plantas é relativamente estreito, de maneira que o problema de toxidez, bem como deficiência, podem facilmente ocorrer.

WERNER (1972) afirma que depois do molibdênio, o boro é o mais importante micronutriente para a nutrição das legu<sup>u</sup>minosas, influenciando no tamanho e número de nódulos, podendo entretanto, em quantidades elevadas ser tóxico.

### 3.8 - Cobre

O cobre é de muita importância para a nutrição das le<sup>u</sup>guminosas. Segundo HALLSWORTH (1958), num experimento com tre<sup>u</sup>vo subterrâneo, este elemento é requerido para a síntese da he<sup>u</sup>moglobina, foi possível ser obtido efeitos deste elemento na fixação do nitrogênio pelos nódulos.

FLEMING (1965) determinou acréscimo mensais no con<sup>u</sup>teúdo de cobre em *Trifolium subterraneum*, desde após emergên<sup>u</sup>cia até o início de formação de sementes no fim do inverno, en<sup>u</sup>tretanto, em condições mais favoráveis para o rápido desenvol<sup>u</sup>vimento na primavera, observaram uma queda nos teores de cobre.

SUTMÖLLER *et alii* (1966) observaram deficiências de cobre com menos de 5 ppm de cobre na matéria seca, sendo que nas partes altas da Ilha de Marajó, PA, encontraram tendências para escassez do elemento, durante a estação das chuvas.

GOMEZ *et alii* (1969) analisando forragens de duas localidades de Pucallpa, Perú, coletadas em janeiro, abril e setembro, encontraram grandes variações do teor de cobre, em relação ao local e época de corte. Igualmente, GOMIDE *et alii* (1969) encontraram diferenças significativas para os teores de cobre em diferentes idades da planta durante seu crescimento.

JONES *et alii* (1970), trabalhando com algumas leguminosas tropicais, verificaram em um experimento do tipo "subtrativo" que a eliminação da calagem acarretava em algumas delas um acréscimo de teor de cobre em relação ao tratamento completo.

TEIXEIRA (1971) analisando gramíneas forrageiras do Estado de Goiás, encontrou correlações negativas entre o pH do solo e a concentração de cobre nas forragens, em duas das três fazendas estudadas. Por outro lado, PEREIRA *et alii* (1971) não encontraram correlações entre pH do solo e cobre total, cobre disponível, cobre das plantas, nas duas épocas de corte estudadas em forrageiras de Minas Gerais.

MATTOS (1972), utilizando um Latossolo Vermelho Escuro-Orto, de Nova Odessa, estudou o efeito do calcário e micronutrientes na matéria seca em siratro, concluiu que a aplicação de calcário teve efeito negativo na absorção de cobre.

3.9 - Ferro

A disponibilidade do ferro no solo está relacionada aos fatores, pH, fósforo e micronutrientes.

ANDREW (1962) menciona que várias leguminosas são muito propensas à deficiências de ferro e assim se comportam quando são susceptíveis ao excesso de calagem ou que mostram pouca resposta à mesma.

Segundo VAN SCHREVEN (1958), o efeito mais característicos da deficiência de ferro, é a clorose das folhas mais novas.

JONES *et alii* (1970), estudando, em ensaio de vasos, a aplicação de alguns micronutrientes (B, Mo, Cu, Fe e Zn), em soja perene, centrosema, estilosantes e siratro, num solo de cerrado (Regossolo de Pirassununga), constataram que a aplicação de ferro em presença de cobre, deprimia a produção das quatro leguminosas.

JONES e FREITAS (1970), obtiveram decréscimo dos teores de ferro à medida que elevava o nível de calagem somente na soja perene, enquanto que nas outras três espécies (*Stylosanthes gracilis*, *Centrosema pubescens* e *Macroptilium atropurpureum*) não houve uma definição, pois que conforme subia a calagem, os teores ora aumentavam, ora decresciam.

WERNER e MATTOS (1972), estudando a nutrição da centrosema, em ensaios de vasos, em casa de vegetação, num Latossolo Vermelho Escuro - Orto, verificaram que no tratamento onde foi omitido o ferro, não diminuiu a produção nem a nodulação.

Entretanto, os teores de nitrogênio na planta foram bastante baixos, mostrando que a calagem imobilizou o ferro.

MALAVOLTA (1978) afirma que altos teores de fósforo e cálcio no tecido inativa o ferro mesmo nas variedades eficientes. Uma alta concentração de zinco no meio, além de diminuir a absorção do ferro e o seu transporte, suprime a formação de substância redutora e a sua liberação no meio. Informa ainda, que a falta de ferro diminui a fixação do nitrogênio.

### 3.10 - Manganês

O efeito do pH na disponibilidade de manganês tem sido investigada por diversos pesquisadores. FRANCO e DÖBEREINER (1968) determinaram que a absorção de manganês pela soja em solo de pH inferior à 6,0 foi o dobro daqueles encontrados em pH entre 6,3 a 6,5 ; nesta faixa foi maior o rendimento da matéria seca, o nitrogênio total das plantas.

Em trabalhos efetuados por VAN SCREVEN (1958) e ANDREW (1962), foi constatada a toxidez de manganês em várias leguminosas forrageiras, prejudicando o seu desenvolvimento. DÖBEREINER e ARANOVICH (1965), trabalhando em vasos com a centrosema, verificaram que a calagem, que eliminou a toxidez de manganês, aumentou em 65% a quantidade de nitrogênio fixada por esta leguminosa. Confirmando estas experiências, SOUTO (1969); SOUTO e DÖBEREINER (1969) , mostraram que a toxidez do manganês é um dos maiores problemas para o estabelecimento de leguminosas



fornageiras em solos ácidos da baixada fluminense.

A susceptibilidade das leguminosas à toxidez de manganes, além de diferir entre espécies, também pode depender da variedade. DÖBEREINER e ARRUDA (1967), em experimento com 13 variedades de soja, encontraram diferenças altamente significantes no número, peso dos nódulos e no conteúdo de manganês nas plantas. As variedades com mais nódulos, eram as que tinham menos manganês no tecido.

KORNELIUS E STAMMEL (1973), em experimento com alfafa em casa de vegetação, utilizando seis Latossolos ácidos do Rio Grande do Sul, observaram que a adição de cloreto de potássio (400 kg/ha/K<sub>2</sub>O) , sem calagem, aumentou significativamente a disponibilidade de manganês trocável no solo e a concentração de manganês nas plantas.

MALAVOLTA (1978) mostra que a carência de manganês, ocorre geralmente em solos com pH elevado ou, com muita matéria orgânica. O ferro e o manganês estão muito relacionados na nutrição da soja: em solos ácidos os altos níveis do segundo podem diminuir a absorção do primeiro provocando deficiência.

### 3.11 - Zinco

VAN SCHREVEN (1958) cita que o zinco requerido difere entre leguminosas. Também ANDREW (1962) afirma que as leguminosas variam muito em suas exigências quanto a este elemento.

BRASIL SOBR<sup>o</sup> (1965) analisando os solos em seus diversos horizontes, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo, encontrou para o zinco total, utilizando a digestão do solo em ácido sulfúrico e perclórico concentrados p.a. , seguido de fluorização, valores que oscilaram de 10 a 254 ppm.

NAIR e MEHTA (1959) e BRASIL SOBR<sup>o</sup> (1965), comprovaram que houve correlação significativa e positiva entre o teor de matéria orgânica do solo e o teor de zinco disponível, bem como correlação negativa em relação ao pH do solo.

RUSCHEL *et alii* (1969) em um experimento tipo fatorial, com soja (*Glycine max* L. Merrill), no qual entraram os micronutrientes boro, molibdênio e zinco, verificaram que o zinco isoladamente não apresentou nenhuma influência na nodulação. Todavia quando combinado com o boro apresentou interação significativa, o que, segundo os autores acima citados sugere que o mesmo atenuou o efeito prejudicial que ocorria quando o boro era incluído isoladamente.

JONES *et alii* (1970) num experimento com três solos (Regossolo de Pirassununga, Latossolo Vermelho - Amarelo de Matão e Latossolo Vermelho de Orlândia), cultivaram quatro leguminosas de clima tropical (*Centrosema pubescens* , *Glycine javanica* , *Phaseolus atropurpureus* cv. siratro e *Stylosanthes gracilis*), obtiveram respostas a zinco em apenas duas delas *Glycine javanica* em dois solos (de Pirassununga e de Matão) , *Stylosanthes gracilis* apenas no Regossolo de Pirassununga e nenhuma resposta para *Centrosema pubescens* e siratro (*P. atropurpu*

*reus*).

FRANÇA *et alii* (1971) trabalhando em solo de cerrado com soja perene (*G. wightii*) var. tinaroo, obtiveram aumento de produção, quando em presença de calagem, da ordem de aproximadamente 25% (2,57 para 3,33 g/vaso).

QUAGLIATO e JONES (1965) não obtiveram resposta ao zinco em soja perene, num ensaio de vasos com solo de Nova Odessa.

#### 4 - MATERIAL E MÉTODO

O presente ensaio, foi realizado em vasos, em casa de vegetação, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Piracicaba, Estado de São Paulo.

Os solos utilizados para o trabalho, foram coletados dos Municípios de Araçatuba e São Pedro, Estado de São Paulo.

##### 4.1 - Solos

Os solos utilizados, foram coletados até a profundidade de 0,30 cm, assim classificados (informação verbal do Professor José Luiz I. Demattê, ESALQ, USP):

- a) Podzólico Vermelho - Amarelo do Município de Araçatuba;
- b) Areias Quartzosas Distróficas do Município de São Pedro.

As análises químicas dos mesmos foram realizadas pelo Departamento de Solos e Geologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Estado de São Paulo, revelando a composição que aparece na Tabela 1.

Os resultados obtidos das análises de solo no tratamento testemunha, antes do plantio, podem ser comparados com os padrões de fertilidade do Instituto Agronômico de Campinas (GARGANTINI, 1976):

a - Podzólico Vermelho - Amarelo

pH - solo francamente ácido

C % - teor baixo

$PO_4^{-3}$  - teor médio

$K^+$  - teor médio

$Ca^{+2} + Mg^{+2}$  - teor médio

$Al^{+3}$  - teor baixo

b - Areias Quartzosas Distrófica

pH - medianamente ácido

C % - teor baixo

$PO_4^{-3}$  - teor baixo

$K^+$  - teor baixo

$Ca^{+2} + Mg^{+2}$  - teor baixo

$Al^{+3}$  - teor alto

TABELA 1 - Análise dos solos antes do plantio

	pH	% C	e. miligramas / 100 gramas de solo					
			$PO_4^{-3}$	$K^+$	$Ca^{+2}$	$Mg^{+2}$	$Al^{+3}$	$H^+$
a) PVA								
Amostra 1	5,3	0,63	1,28	0,50	3,05	0,78	0,16	2,58
Amostra 2	5,7	0,69	0,28	0,12	2,84	0,51	0,08	2,08
b) AQD								
Amostra 1	4,8	0,60	0,21	0,30	2,04	0,51	0,32	2,59
Amostra 2	5,0	0,54	0,03	0,10	0,80	0,48	1,04	2,10

a) PVA - Podzólico Vermelho Amarelo

b) AQD - Areias Quartzosas Distrófica

Amostra 1 - refere-se a uma amostra composta de 100 gramas de solos de todos os tratamentos

Amostra 2 - refere-se apenas ao tratamento testemunha.

#### 4.2 - Leguminosas

Para o trabalho realizado, foram utilizados três espécies de leguminosas forrageiras, a saber:

- a) *Glycine wightii* cv. comum - soja perene;
- b) *Macroptilium atropurpureum* DC cv. siratro;
- c) *Galactia striata* - galactia

#### 4.3 - Delimitação Experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, constando de 10 (dez) tratamentos, dois solos e três leguminosas.

No solo Areias Quartzosas Distrófica, foram feitas quatro repetições, enquanto no solo Podzólico Vermelho - Amarelo, apenas duas. A quantidade de solo colocado por vaso, foi no primeiro cinco quilos ; no segundo, quatro quilos e meio.

Os tratamentos foram os constantes da Tabela 2 .





#### 4.4 - Preparo dos Vasos, Solo e Aplicação do Calcário

Os vasos, com capacidade para 5 kg de terra, foram pintados com uma tinta impermeabilizante "neutrol", tendo na parte inferior, um orifício para escoamento da água em excesso que era recolhida num coletor e devolvida.

Os solos, previamente secos, foram homogeneizado e passados em peneiras de 2 mm de abertura. A seguir, pesou-se e aplicou-se o calcário aos tratamentos correspondentes, por um período de trinta dias todos esses vasos receberam água destilada, a fim de permitir reação do calcário com o solo.

#### 4.5 - Adubação e Irrigação

Os sais utilizados, bem como as quantidades dos mesmos, são mostrados na Tabela 3.

A composição de solução completa, aparece na última coluna da Tabela 3.

Os micronutrientes foram utilizados em conjunto, formando uma única solução estoque.

Para a quantidade de carbonato de cálcio aplicada, obedeceu-se as normas do Departamento de Solos e Geologia da E. S. A. "Luiz de Queiroz". A recomendação fornecida foi de 2 t/ha no Solo de Areias Quartzosas Distrófica e 1,5 t/ha no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo; os cálculos efetuados para  $\text{CaCO}_3$  alcançaram, respectivamente, 4 e 2,7 gramas por vaso.

TABELA 3 - Soluções de macro e micronutrientes utilizados nas adubações das três leguminosas

SAL	Solução Estoque (g/l)	ml/kg de solo	ppm dos elementos
<b>Macronutrientes</b>			
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	57,14	10	200 - Nitrogênio
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	89,03	10	200 - Fósforo
KCl	37,95	10	200 - Potássio
$\text{CaCl}_2$	13,75	10	50 - Cálcio
$\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	22,08	10	25 - Magnésio
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	27,81	10	50 - Enxofre
<b>Micronutrientes</b>			
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	0,459)		1 - Boro
$\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	0,543)		2 - Cobre
$\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	2,428)	10	5 - Ferro
$\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	0,724)		2 - Manganês
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	0,126)		0,5 - Molibdênio
$\text{ZnCl}_2$	1,054)		5 - Zinco

Nos tratamentos em que a adubação nitrogenada foi utilizada, a quantidade de carbonato de cálcio foi aumentada de acordo com o poder acidificante do fertilizante (ANDA, 1975). Para cada grama deste elemento aplicado, foram necessárias 0,120 gramas de  $\text{CaCO}_3$ .

A irrigação foi realizada, em média, cada dois dias com água destilada; até o início do escoamento da mesma no prato coletor.

#### 4.6 - Semeadura

As sementes de soja perene, siratro e galactia, foram tratadas com ácido sulfúrico concentrado, durante cinco minutos e lavadas seis vezes com água destilada corrente. Este tratamento foi proposto por LOPES *et alii* (1971).

Na semeadura, realizada no dia 10/10/76, foram utilizadas oito sementes por vaso, colocadas a 1 cm de profundidada e cobertas com o mesmo solo. Posteriormente, irrigou-se até 50% da capacidade máxima de retenção pelo solo.

Quinze dias após a semeadura, foi feito o desbaste em todos os vasos, deixando quatro plantas uniformes, no que diz respeito à altura e número de folhas.

#### 4.7 - Inoculação

As inoculações foram feitas utilizando 5 ml por vaso, de uma suspensão, das seguintes linhagens de *Rhizobium*:

Linhagem	Espécie
P - 101 A	<i>Glycine wightii</i> cv. comum;
P - 101 A	<i>Macropodium atropurpureum</i> DC. cv. siratro;
SMS - 2	<i>Galactia striata</i> .

Essas linhagens de *Rhizobium* foram fornecidas pela Seção de Microbiologia do Solo do Centro de Energia Nuclear à Agricultura (CENA).

#### 4.8 - Cuidados Fitossanitários

Durante o transcorrer do experimento, as plantas sofreram ataque de ácaros, e para o combate, foram feitas duas pulverizações com clorobenzilato na proporção de 2 gramas por litro de água. A primeira pulverização foi efetuada 40 dias após o plantio, e a segunda, 35 dias depois.

#### 4.9 - Colheita

No dia 25/01/77 , deu-se início à colheita, da parte aérea das plantas, prolongando-se por mais dois dias.

As três espécies mostraram uma queda acentuada das folhas mais velhas.

No material colhido, foi efetuada a separação das folhas inferiores das superiores e caules, os quais foram secos em estufa, à temperatura de 70°C .

As raízes foram removidas do solo com auxílio de uma peneira, e utilizando jatos d'água. Foram lavadas diversas vezes com água destilada. Após a separação dos nódulos, foram secas à temperatura de 70°C .

#### 4.10 - Análises Químicas

O material moído foi analisado, sendo que as determinações dos macros e micronutrientes, foram feitos de acordo com os métodos seguintes:

- nitrogênio: microkjeldahl;
- fósforo: standard method nº 329 - 74 W/A Technicon, Fullerton;
- potássio , cálcio e magnésio: absorção atômica;
- enxofre: método turbidimétrico em fluxo contínuo;
- boro: colorimetria por curcumina;
- cobre , ferro , manganês e zinco: absorção atômica.

#### 4.11 - Análises Estatísticas

Foram feitas análises de variância da produção de Matéria Seca nos Solos Podzólico Vermelho - Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica, por espécies dentro de solos.

Todas as comparações das análises foram feitas pelo teste de Duncan.

Determinou-se a extração total de cada elemento, em cada solo, espécie e tratamento, no caule, folha e parte aérea total.

Foram obtidas as correlações entre os teores dos diversos elementos, bem como as equações de regressão correspondentes nas folhas, de forma a detectar influências significativas.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Efeitos dos Macronutrientes

Levando em conta que os animais no campo se alimentam da parte aérea (folha mais caule) das leguminosas estudadas, a presente discussão do efeito dos tratamentos na composição mineral se limitará aos dados correspondentes a dita parte aérea.

#### 5.1.1 - Nitrogênio

Os dados da Tabela 4 mostram que o teor de nitrogênio sofreu diminuição em relação ao conteúdo do tratamento completo nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos nitrogênio, menos fósforo, menos potássio, menos enxofre, menos magnésio, menos micronutrientes e testemunha;
- 2) galactia - menos nitrogênio, menos cálcio e calagem, menos enxofre, testemunha;
- 3) soja perene - menos calagem, menos nitrogênio, menos fósforo, menos potássio, menos enxofre, menos magnésio, menos micronutrientes e testemunha;

ocorreu aumento na concentração de nitrogênio da matéria seca em comparação ao tratamento completo:

- 1) siratro - menos cálcio e calagem;
- 2) galactia - menos fósforo, menos micronutrientes;
- 3) soja perene - nenhum caso.

A Tabela 36 , na parte referente ao solo Podzólico Vermelho Amarelo, ajuda a entender parte dos resultados observados: o aumento no teor de nitrogênio nos tratamentos que causaram diminuição na produção da matéria seca se explica por um efeito de concentração do elemento. As diminuições nos teores nem sempre podem ser explicadas: no caso das testemunhas (siratro, galactia e soja perene) e das plantas que não receberam nitrogênio (galactia e soja perene) deve ter ocorrido fixação simbiótica insuficiente do que resultou abaixamento no teor de nitrogênio ; nos demais tratamentos nas quais a falta do elemento causou diminuição na proporção dos elementos com o nitrogênio no solo, resultando maior aproveitamento do mesmo; é bem conhecida, por exemplo, a importância das relações N/P , N/K e N/S.



No Podzólico Vermelho Amarelo, de Araçatuba, a omissão de nitrogênio limitou a produção somente da galactia: isto sugere que as demais espécies ou apresentaram maior capacidade de fixação simbiótica ou de aproveitamento do elemento do solo, ou ambas as coisas.

Usando-se o mesmo tipo de avaliação para os dados obtidos com o solo Areias Quartzosas Distrófica de São Pedro (Tabela 5) verifica-se que:

- 1) redução no teor de nitrogênio da matéria seca em comparação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

siratro - nenhum caso

galactia - nenhum caso

soja perene - menos nitrogênio;

- 2) aumento no teor de nitrogênio da matéria seca, em relação ao tratamento completo:

siratro e galactia - nenhum caso

soja perene - menos calagem, menos cálcio e calagem, menos enxofre.

As leguminosas estudadas mostraram, comportamentos diferentes (com respeito à adubação nitrogenada), nos dois tipos de solos. A omissão de nitrogênio limitou significativamente a produção do siratro e soja perene. Observa-se na Tabela 36 que a variação de produção no solo Podzólico Vermelho Amarelo não permite conclusões.

Os seguintes teores de nitrogênio na matéria seca podem servir como indicadores do estado nutricional adequado:

siratro - 3,40% , 3,27%

galactia - 1,89% , 2,46%

soja perene - 3,17% , 2,74% ;

os dados para soja perene não diferem muito dos encontrados por GALLO *et alii* (1974) — 3,11% e 2,60% , respectivamente.

TABELA 4 - Teor percentual e quantidade total extraída de nitrogênio contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	2,55 b	1,09bcd	1,99 ab	4,50 b	2,43 d	4,21 c	3,40 b	1,89 cd	3,17 a	3,35 ab	1,93 bc	2,99 a	575 a	443 a	427 a
- Calagem	2,83 a	1,00 d	2,02 ab	4,18 bc	2,49 d	4,65 b	3,32 b	1,82 de	2,65 c	3,24 b	1,85 cd	2,55 c	521 a	396 b	411 ab
- N	2,39 b	1,10bcd	1,06 e	3,47 e	1,85 f	5,26 d	2,79 cd	1,47 g	1,92 d	2,76 cd	1,62 f	1,85 d	582 a	270 cd	222 d
- P	2,42 b	1,32 a	2,07 a	3,40 ef	2,89 a	3,44 d	2,75 de	2,17 a	2,63 c	2,73 d	2,16 a	2,46 c	392 b	274 cd	359 bd
- K	2,41 b	1,21abc	1,96 ab	3,93 cd	2,70 c	3,42 d	3,02 c	1,98 bc	2,59 c	2,97 c	1,98 b	2,51 c	330 bc	240 de	337 c
- Ca . Cal.	2,90	0,98 d	1,90 b	5,04 a	2,31 e	4,92 a	3,76 a	1,67 f	3,16 a	3,50 a	1,70 ef	2,96 a	296 bc	224 e	342 c
- S	1,73 d	1,02 cd	1,99 ab	3,80cde	2,25 e	3,52 d	2,67 de	1,71 ef	2,59 c	2,63 de	1,77 de	2,44 c	181 d	308 c	367 bd
- Mg	1,99 c	1,21abc	2,02 a	3,60 de	2,82 ab	4,08 c	2,68 de	2,08 ab	2,92 b	2,61 de	2,16 a	2,74 b	314 bc	426 ab	426 a
- Micro	2,03 c	1,23 ab	1,61 c	3,02 fg	2,80 b	3,47 d	2,50 e	2,18 a	2,70 c	2,47 e	2,20 a	2,41 c	508 a	290 c	218 d
Testemunha	1,53 d	1,11bcd	1,17 d	2,65 g	1,89 f	2,60 e	2,11 f	1,55 g	1,89 d	2,05 f	1,70 ef	1,77 d	243 dc	124 f	178 d
C.V. (%)	4,21	6,98	2,67	4,58	1,42	2,81	3,95	2,76	2,76	3,47	2,72	2,50	11,31	6,07	7,57
S	0,96	0,78	0,47	1,72	0,34	1,05	1,14	0,51	0,72	0,98	0,52	0,62	0,04	0,01	0,02
X	2,28	1,13	1,78	3,64	2,44	3,76	2,90	1,85	2,62	2,85	1,91	2,47	3,90	2,99	3,29
F	43,81	4,15	122,19	32,97	229,45	87,40	35,28	47,80	71,77	39,96	33,27	84,76	20,58	58,73	26,70

TABELA 5 - Teor percentual e quantidade total extraída de nitrogênio contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distróficas

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	2,36 ab	1,56 a	1,57 d	4,54 a	3,11 ab	4,09bcd	3,27 a	2,45 ab	2,74 d	3,09 a	2,48 a	2,67 c	287 b	478 c	580 b
- Calagem	2,43 ab	1,50 a	1,92 ab	4,66 a	3,52 a	4,55 a	3,38 a	2,63 a	3,23 ab	3,20 a	2,68 a	3,10 a	390 a	786 a	635 a
- N	2,05 ab	1,47 a	1,07 e	4,15 ab	2,21 ab	3,19 f	3,03 a	1,86 ab	2,20 e	2,89 a	1,96 a	2,25 d	198 cd	407 d	361 d
- P	1,19 b	0,97 a	---	2,21 ab	1,86 ab	---	2,04 a	1,39 ab	---	1,90 a	1,31 a	---	27 f	76 e	---
- K	2,36 ab	1,91 a	1,74 cd	3,97 ab	3,08 ab	3,99 cd	3,17 a	2,58 a	2,95 cd	3,00 a	2,57 a	2,86 b	164 de	453 c	471 c
- Ca · Cal.	2,79 a	1,71 a	2,05 a	4,61 a	3,40 a	4,33 ab	3,61 a	2,69 a	3,47 a	3,51 a	2,69 a	3,26 a	282 b	705 b	162 f
- S	2,56 a	1,16 a	1,78 bc	4,17 ab	2,55 ab	4,19 bc	3,08 a	1,93 ab	3,04 bc	2,94 a	2,01 a	2,89 b	238 bc	489 c	440 c
- Mg	2,39 ab	1,45 a	1,61 d	4,34 a	2,82 ab	3,66 e	3,36 a	2,21 ab	2,84 cd	3,14 a	2,25 a	2,67 c	377 a	729 b	209 e
- Micro	2,29 ab	1,42 a	1,66 cd	4,09 ab	2,66 ab	3,82 de	3,05 a	2,20 ab	2,89 cd	2,86 a	2,22 a	2,64 c	138 e	389 d	153 f
Testemunha	2,06 ab	0,67 a	---	1,42 b	0,96 b	---	1,76 a	0,79 b	---	1,50 a	0,98 a	---	10 f	66 e	---
C.V. (%)	24,10	38,52	5,24	30,90	35,94	4,09	32,69	34,67	4,70	32,76	34,73	3,64	10,82	3,20	6,63
S	5,41	5,33	0,70	11,84	9,41	1,30	9,74	7,21	11,01	9,20	7,36	0,82	0,02	0,01	0,02
X̄	2,24	1,38	1,34	3,82	2,61	3,18	2,98	2,07	2,34	2,80	2,12	2,23	2,11	4,44	3,01
F	1,28	0,92	228,39	1,71	1,36	347,61	0,75	1,42	269,01	0,90	1,23	439,96	64,95	717,51	262,89

### 5.1.2 - Fósforo

No solo Podzólico Vermelho Amarelo, de Araçatuba, a omissão de fósforo diminuiu significativamente a produção de matéria seca apenas da galactia, por esse motivo a discussão dos dados analíticos se restringirá a essa espécie apenas.

A Tabela 6 mostra que o teor de fósforo, em relação ao encontrado nas plantas do tratamento completo, diminuiu quando houve omissão de nitrogênio e na testemunha ; houve aumento nos casos de omissão de fósforo, omissão de cálcio e calagem, omissão de magnésio e de micronutrientes. A queda no teor de fósforo da matéria seca causada pela falta de nitrogênio explica pela necessidade de se manter uma relação equilibrada entre dois elementos para o crescimento e a produção. A pobreza do solo em fósforo disponível (Tabela 37) se reflete no melhor comportamento da testemunha e do tratamento menos fósforo. Todos os casos de aumento no teor de fósforo da matéria seca, registraram-se nas plantas em que o crescimento foi menor que o obtido no tratamento completo sendo então explicado como efeito de concentração, mesmo no caso do tratamento com omissão de fósforo.

A Tabela 36 indica consistentemente para as três espécies de leguminosas que o fósforo é o principal limitante da produção no solo Areias Quartzosas Distrófica, de São Pedro já que a omissão do elemento causou as menores colheitas observadas em todo o ensaio. As variações observadas nos teores de fósforo na matéria seca foram as seguintes: diminui -

ção - menos fósforo e testemunha (siratro e galactia) ; aumento - menos calagem, menos nitrogênio, menos potássio, menos cálcio e calagem, menos enxofre, menos magnésio, menos micronutrientes (soja perene). A falta de fósforo do solo não compensada pela adubação deve ter sido o responsável pela diminuição apontada no teor do elemento nas plantas. O efeito da concentração explicaria o aumento nos teores de fósforo nos casos em que a omissão do elemento causar diminuição na colheita (menos nitrogênio, menos potássio, menos cálcio e calagem, menos magnésio, menos enxofre e menos micronutrientes). Quando não se fez calagem a produção não sofreu variação o que sugere que no caso o cálcio fornecido funcionou como nutriente (comparados com o tratamento menos cálcio e calagem, dados das três espécies) ; a calagem poderia, nos casos correspondentes, ter causado diminuição na disponibilidade do fósforo do solo.

Os resultados analíticos (Tabelas 6 e 7) sugerimos que os seguintes teores de fósforo na matéria seca possam ser considerados como adequados:

siratro - 0,38% , 0,30%  
galactia - 0,18% , 0,19%  
soja perene - 0,34% - 0,20%

A galactia assim se apresenta como menos exigente no elemento em questão; esses dados concordam com os obtidos por GALLO *et alii* (1974), sendo entretanto, superior aos apresentados por NEME e NERY (1965) para soja perene (0,16%), por

ANDREW e ROBBINS (1969) na soja perene e siratro (0,16% e 0,30% , respectivamente) e por JONES e FREITAS (1970) nas mesmas duas espécies (0,10% e 0,14%).

Foram encontradas algumas correlações positivas entre teores foliares de nitrogênio e do fósforo (Tabela 8) .

A Tabela 8 mostra que nos solos Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica houve correlação positiva e significativa a 5% de probabilidade entre os teores de fósforo e nitrogênio nas folhas do siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumentava o teor de nitrogênio aumentava a absorção de fósforo. Resultados semelhantes foram determinados por NOLLER e RHYKERD (1974).

TABELA 6 - Teor percentual e quantidade total extraída de fósforo contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	0,48 ab	0,19 e	0,30 b	0,26 c	0,18 c	0,37 c	0,38 c	0,18 c	0,54 b	0,40 cd	0,19 e	0,32 b	69 b	44 b	46 bc
- Calagem	0,52 ab	0,18 e	0,27 bc	0,30 bc	0,18 c	0,43 ab	0,44 c	0,18 c	0,51 b	0,46 bc	0,19 e	0,30 bc	73 b	40 bc	43 b
- N	0,32 cd	0,11 g	0,28 bc	0,27 c	0,14 d	0,35 cd	0,30 d	0,12 d	0,31 b	0,33 d	0,14 f	0,31 bc	68 b	23 f	37 d
- P	0,13 e	0,21 cd	0,14 e	0,14 d	0,25 a	0,24 f	0,13 e	0,23 a	0,18 d	0,14 e	0,23 bc	0,18 e	19 e	29 ef	26 e
- K	0,61 a	0,16 f	0,27 bc	0,48 a	0,19 c	0,38 c	0,56 a	0,17 c	0,32 b	0,56 a	0,19 e	0,30 bc	63 b	23 f	40 cd
- Ca . Cal.	0,55 a	0,24 b	0,38 a	0,30 bc	0,18 c	0,41 b	0,45 bc	0,21 b	0,39 a	0,52 ab	0,21 cd	0,36 a	43 cd	28 ef	41 bcd
- S	0,42 bc	0,20 de	0,26 c	0,33 b	0,17 c	0,44 a	0,37 cd	0,18 c	0,33 b	0,41 cd	0,20 de	0,31 bc	28 de	35 cd	46 bc
- Mg	0,57 a	0,27 a	0,36 a	0,28 bc	0,19 c	0,43 ab	0,44 c	0,22 ab	0,39 a	0,47 bc	0,25 a	0,36 a	56 bc	50 a	57 a
- Micro	0,62 a	0,23 bc	0,27 bc	0,43 a	0,23 b	0,34 d	0,52 ab	0,23 ab	0,31 b	0,53 ab	0,24 ab	0,29 c	110 a	31 de	26 e
Testemunha	0,25 de	0,12 g	0,18 d	0,15 d	0,14 d	0,30 e	0,19 e	0,13 d	0,24 c	0,19 e	0,14 f	0,22 d	22 e	10 g	22 e
C.V. (%)	12,39	5,29	5,81	8,45	4,30	3,11	9,04	4,56	4,22	8,54	3,84	3,83	12,70	7,70	7,74
S	0,55	0,10	0,15	0,25	0,08	0,11	0,34	0,08	0,13	0,34	0,07	0,11	0,007	0,002	0,003
X̄	0,45	0,19	0,27	0,29	0,18	0,37	0,58	0,19	0,31	0,40	0,20	0,29	55,96	31,98	39,61
F	17,76	49,11	38,76	33,99	35,59	57,57	30,76	38,17	42,83	34,01	46,20	48,00	30,70	44,54	26,37



TABELA 7 - Teor percentual e quantidade total extraída de fósforo contida na matéria seca, em diversas partes da planta de siratro, gailactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distróficas

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)					
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene			
Completo	0,28 a	0,16 ab	0,13 c	0,32 ab	0,22 a	0,28 de	0,30 a	0,19 a	0,20 d	0,30 a	0,19 a	0,20 d	0,20 d	0,19 a	0,20 d	28 b	38 d	43 ab
- Calagem	0,32 a	0,15 ab	0,14 bc	0,25 b	0,21 a	0,31abc	0,29 a	0,18 a	0,22 cd	0,29 a	0,18 a	0,22 c	0,22 c	0,18 a	0,22 c	35 a	54 a	45 a
- N	0,34 a	0,12 b	0,17 ab	0,27 ab	0,20 a	0,29 cd	0,31 a	0,16 a	0,23 bc	0,32 a	0,17 a	0,22 bc	0,22 bc	0,17 a	0,22 bc	0,21 bc	35 e	36 c
- P	0,07 b	0,02 c	---	0,06 c	0,05 b	---	0,06 b	0,03 b	---	0,07 b	0,02 b	---	---	0,01 e	0,16 f	---	---	---
- K	0,50 a	0,20 a	0,18 a	0,36 a	0,21 a	0,51abc	0,33 a	0,20 a	0,25abc	0,32 a	0,20 a	0,23 bc	0,23 bc	0,20 a	0,23 bc	17 cd	35 e	39 bc
- Ca . Cal.	0,29 a	0,16 ab	0,17 ab	0,30 ab	0,22 a	0,32 a	0,29 a	0,19 a	0,26 a	0,29 a	0,19 a	0,26 a	0,26 a	0,19 a	0,26 a	24 bc	51 b	12 d
- S	0,31 a	0,19 ab	0,15 abc	0,29 ab	0,20 a	0,30 bc	0,30 a	0,20 a	0,23 bc	0,31 a	0,19 a	0,22 bc	0,22 bc	0,19 a	0,22 bc	25 b	47 c	34 c
- Mg	0,29 a	0,15 ab	0,17 ab	0,31 ab	0,19 a	0,27 e	0,30 a	0,17 a	0,23 bc	0,30 a	0,17 a	0,22 c	0,22 c	0,17 a	0,22 c	35 a	55 a	17 d
- Micro	0,27 a	0,21 a	0,17 ab	0,31 ab	0,21 a	0,32 ab	0,29 a	0,21 a	0,25 ab	0,31 a	0,21 a	0,24 ab	0,24 ab	0,21 a	0,24 ab	15 d	36 de	14 d
Testemunha	0,06 b	0,05 c	---	0,04 c	0,03 b	---	0,05 b	0,03 b	---	0,04 b	0,02 b	---	---	0,03 e	0,25 f	---	---	---
C.V. (%)	15,87	18,50	10,78	15,58	16,83	27,90	13,74	16,60	6,04	14,62	13,65	4,95	13,82	2,78	9,18			
S	0,405	0,26	0,139	0,401	0,30	0,068	0,352	0,270	0,115	0,37	0,21	0,091	0,0028	0,0009	0,0022			
$\bar{X}$	0,25	0,14	0,12	0,25	0,17	0,24	0,25	0,16	0,19	0,25	0,16	0,18	0,18	0,16	0,18	20	35	24
F	12,78	10,67	50,11	14,76	11,01	721,71	17,18	11,65	156,39	15,45	19,34	232,33	38,21	827,04	121,44			

TABELA 8 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de fósforo e nitrogênio, nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distrófica

Solo	Correlação entre		$r^2$	Estimativa dos Parâmetros da equação ( $y = a + bx$ )	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(b)	fósforo x nitrogênio		0,7020	0,0010	0,0673
Espécie: Galactia					
(b)	fósforo x nitrogênio		0,6487	0,2920	0,0569
(a)	fósforo x nitrogênio		0,7886	-0,0141	0,0832
Espécie: Soja perene					
(b)	fósforo x nitrogênio		0,9601	0,0916	0,0735

### 5.1.3 - Potássio

Os dados da Tabela 9 mostram que o teor de potássio sofreu diminuição, quando comparados ao tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos calagem, menos potássio e testemunha;
- 2) galactia - menos potássio e testemunha;
- 3) soja perene - menos fósforo, potássio e testemunha;

ocorreu aumento na concentração de potássio da matéria seca em relação ao tratamento completo nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos cálcio e calagem, menos enxofre e menos magnésio;
- 2) galactia - menos magnésio, menos calagem, menos enxofre, menos fósforo, menos cálcio e calagem e menos micronutrientes;
- 3) soja perene - menos nitrogênio, menos cálcio e calagem, menos enxofre, menos magnésio e menos micronutrientes.

A Tabela 36, na parte referente ao solo Podzólico Vermelho Amarelo, ajuda a entender de duas maneiras os resultados observados: o aumento no teor de potássio; no tratamento que causou diminuição na produção da matéria seca, se explica por um efeito da concentração do elemento ou o antagonismo do potássio sobre o cálcio, demonstrado por DRAKE (1951), MELLO *et alii* (1966), EPSTEIN (1975) e MALAVOLTA (1976), fato ocorrido na parte aérea do siratro e soja perene no tratamento em que houve omissão de cálcio e calagem.

No siratro e galactia o teor de potássio mostrou-se mais alto em relação ao valor encontrado no tratamento completo na omissão de magnésio. FUDGE (1946) , EVANS (1961) e DIJKSHOORN *et alii* (1974) afirmaram que o potássio e magnésio competem pelos mesmos sítios de absorção. Ainda segundo os autores, a absorção de potássio diminui a transferência do magnésio no interior das raízes. Confrontando com os resultados obtidos, observa-se concordância com os autores.

Usando-se o mesmo tipo de avaliação para os dados obtidos com o solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 10), verifica-se que:

1) redução no teor de potássio na matéria seca em relação ao tratamento completo:

siratro - nenhum caso

galactia - testemunha

soja perene - menos potássio;

2) aumento no teor de potássio da matéria seca em comparação ao tratamento completo:

siratro e galactia - não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos

soja perene - menos nitrogênio, menos cálcio e calagem, menos enxofre e menos calagem.

Nas Tabelas 9 e 10 as plantas deficientes de nitrogênio na soja perene, observou-se um aumento na concentração de potássio em relação ao conteúdo do elemento nas plantas do tratamento completo. A interação nitrogênio / potássio é bastante conhecida e frequentemente observada em trabalhos expe-

rimentais. BURKERSRODA (1965) , DECHEVA *et alii* (1970) afirmam que aumentava o teor de potássio na parte aérea, na ausência de nitrogênio no substrato, o que vem confirmar os resultados obtidos neste trabalho.

ULRICH e OHKI (1966) informaram que plantas com exigências normais de potássio apresentaram níveis deste elemento nas folhas entre 0,70% a 1,50% e as mais exigentes, iguais ou superiores a 5% . O teor de potássio encontrado nas folhas no tratamento completo nas três espécies e nos dois solos, variaram de 4,20% a 5,80% , como mostram as Tabelas 9 e 10.

GOMIDE (1975) relata que a concentração de 1,50% a 2,00% do elemento na matéria seca é considerado normal para as forrageiras. GALLO *et alii* (1974) verificaram que o teor médio de potássio, na parte aérea na soja perene foi de 2,39% e no siratro 3,27% , abaixo da concentração média dos tratamentos, que variaram de 3,94% a 5,56% .

Foram encontradas algumas correlações positivas entre teores foliares de potássio com nitrogênio e fósforo (Tabela 11).

A Tabela 11 mostra que no solo Areias Quartzosas Distrófica houve correlação positiva e significativa a 5% de probabilidade entre os teores de potássio e nitrogênio, fósforo, nas folhas do siratro, galactia e soja perene. A medida que aumentava o teor de nitrogênio e fósforo aumentava a absorção de potássio. BLASER (1961) , CUMMINGS *et alii* (1973) , afirmaram que o nitrogênio e o fósforo aumenta o teor de potássio na planta. Resultados semelhantes foram determinados neste trabalho.

TABELA 9 - Teor percentual e quantidade total extraída de potássio contida na matéria seca, em diversas partes da planta de siratro galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	6,72 cd	3,81 c	5,26 d	4,73 d	4,79 e	5,80 d	5,85 bc	4,39 c	5,55 cd	5,75 de	4,36 c	5,30 c	986 ab	999 a	755 ab
- Calagem	6,00 e	4,13 ab	5,31 d	5,04 bc	5,05 cd	6,18 b	5,64 c	4,63 b	5,52 d	5,52 e	4,51 b	5,33 c	887 b	965 a	860 a
- N	6,10 e	4,21 ab	6,03 b	5,38 a	5,32 a	6,34 a	5,83 bc	4,76 ab	6,15 a	5,70 de	4,57 ab	5,87 a	1,203 a	763 b	703 b
- P	6,26 de	4,28 a	5,24 d	4,62 d	5,13 bc	5,50 f	5,72 bc	4,73 ab	5,34 e	5,58 e	4,58 ab	5,16 d	805 b	583 c	753 ab
- K	3,67 f	3,18 d	3,43 e	3,31 e	3,41 f	3,63 g	3,53 d	3,29 d	3,51 f	3,45 f	3,12 d	3,46 e	383 c	378 d	464 c
- Ca . Cal.	7,25 bc	4,05 b	6,43 a	5,21 ab	5,25 ab	6,06 c	6,43 a	4,67 ab	6,27 a	6,10 bc	4,50 b	5,97 a	517 c	594 c	690 b
- S	7,77 ab	3,80 c	5,37 d	5,21 ab	4,91 de	6,29 ab	6,60 a	4,42 c	5,73 b	6,22 ab	4,35 c	5,50 b	430 c	755 b	829 a
- Mg	7,95 a	4,17 ab	5,67 c	5,03 bc	5,32 a	5,72 de	6,69 a	4,78 a	5,69 bc	6,49 a	4,67 a	5,53 b	783 b	921 a	860 a
- Micro	7,01 c	3,84 c	5,90 bc	4,96 c	5,29 ab	5,65 e	6,03 b	4,72 ab	5,75 b	5,91 cd	4,55 b	5,49 b	1,214 a	599 c	497 c
Testemunha	3,57 f	2,11 e	3,18 f	3,12 f	3,05 g	3,39 h	3,32 d	2,64 e	3,29 g	3,27 f	2,56 f	3,26 f	386 c	185 e	327 d
C.V. (%)	3,86	2,12	1,98	1,70	1,62	0,87	2,57	1,40	1,27	2,42	1,25	1,19	13,28	6,41	7,14
S	2,41	0,80	1,02	0,79	0,77	0,47	1,45	0,60	0,67	1,30	0,52	0,60	0,100	0,04	0,04
X̄	6,23	3,75	5,18	4,66	4,75	5,46	5,56	4,30	5,28	5,40	4,18	5,09	7,60	6,74	6,74
F	80,02 <sup>xxx</sup>	136,51 <sup>xxx</sup>	213,94 <sup>xxx</sup>	200,69 <sup>xxx</sup>	227,18 <sup>xxx</sup>	998,15 <sup>xxx</sup>	37,04 <sup>xxx</sup>	294,04 <sup>xxx</sup>	468,96 <sup>xxx</sup>	145,65 <sup>xxx</sup>	376,91 <sup>xxx</sup>	484,46 <sup>xxx</sup>	20,06 <sup>xxx</sup>	72,56 <sup>xxx</sup>	28,95 <sup>xxx</sup>

TABELA 10 - Teor percentual e quantidade total extraída de potássio contida na matéria seca, em diversas partes da planta de siratro galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distróficas

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	5,37 ab	4,23 a	4,91 bc	4,20 a	5,04 a	5,17 d	4,88abc	4,70 ab	5,02 d	4,83abc	4,51 ab	4,85 c	453 b	869 de	1055 a
- Calagem	6,22 ab	3,77 ab	4,76 c	4,21 a	5,51 a	5,55 bc	5,35 ab	4,75 ab	5,16 c	5,09abc	4,60 ab	4,94 c	620 a	1347 ab	1010 a
- N	6,35 ab	3,68 ab	5,36 a	4,59 a	5,33 a	5,78 a	5,51 ab	4,55 ab	5,58 a	5,42 ab	4,43 ab	5,42 a	371 bc	918 d	867 b
- P	3,15 b	1,77 bc	---	2,20 a	2,69 ab	---	2,36 c	2,21 bc	---	2,29 c	2,06 bc	---	32 e	11 g	---
- K	3,16 b	2,91abc	3,26 d	3,01 a	3,07 ab	3,56 e	3,08 bc	3,00abc	3,42 e	3,07abc	2,99abc	3,37 d	168 d	526 f	555 c
- Ca · Cal.	5,85 ab	4,82 a	5,00 b	5,57 a	5,56 a	5,60 b	5,72 ab	5,25 a	5,37 b	5,51 ab	5,05 a	5,08 b	443 b	1321 b	252 e
- S	6,94 a	3,63 ab	5,36 a	4,33 a	4,91 ab	5,57 b	6,08 a	4,34 ab	5,47 b	5,98 a	4,22 ab	5,32 a	486 b	1013 c	812 b
- Mg	5,81 ab	3,93 ab	5,00 b	4,92 a	4,91 ab	5,03 d	5,37 ab	4,47 ab	5,01 d	5,15abc	4,33 ab	4,88 c	618 a	1401 a	382 d
- Micro	7,04 a	3,85 ab	5,39 a	4,91 a	5,50 a	5,39 c	6,14 a	4,89 ab	5,38 b	5,77 ab	4,74 a	5,14 b	280 cd	830 e	298 de
Testemunha	4,51 ab	1,09 c	---	2,17 a	1,54 b	---	3,34abc	1,28 c	---	2,89 c	1,17 c	---	19 e	79 g	---
C.V. (%)	26,03	27,84	2,15	34,56	31,52	1,82	24,39	28,99	1,19	25,71	27,83	1,24	14,98	3,89	8,32
S	14,162	9,37	0,842	13,878	13,909	0,759	11,681	11,451	0,483	11,837	10,617	0,485	0,052	0,052	0,043
X̄	5,41	3,36	3,90	4,01	4,41	4,16	4,78	3,94	4,04	4,60	3,81	3,90	349	824	523
F	1,98	2,94	1300,60	1,41	2,12	1810,24	2,68	2,65	4205,34	2,53	2,97	3856,21	34,97	499,43	165,41

TABELA 11 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de potássio com nitrogênio e fósforo, nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distróficas

Solo	Correlação entre		r <sup>2</sup>	Estimativa dos Parâmetros da equação (y = a + bx)	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(b)	potássio	x nitrogênio	0,8061	2,1295	1,2412
Espécie: Galactia					
(b)	potássio	x nitrogênio	0,6970	7,1485	1,4112
(b)	potássio	x fósforo	0,6894	8,7065	19,8463
Espécie: Soja perene					
(b)	potássio	x nitrogênio	0,8761	2,0929	0,9960
(b)	potássio	x fósforo	0,9140	0,5481	16,8874



#### 5.1.4 - Cálcio

Os dados da Tabela 12 mostram que o teor de cálcio sofreu diminuição em relação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos calagem, menos nitrogênio, menos cálcio e calagem e testemunha;
- 2) galactia - menos nitrogênio, menos cálcio e calagem e testemunha;
- 3) soja perene - menos nitrogênio, menos fósforo, cálcio e calagem, menos calagem, menos enxofre, menos magnésio, menos micronutrientes e testemunha;

ocorreu aumento na concentração de cálcio da matéria seca, em comparação ao tratamento completo, nos tratamentos seguintes:

- 1) siratro - menos enxofre, menos micronutrientes, menos potássio;
- 2) galactia - menos potássio, menos micronutrientes, menos fósforo e menos magnésio;
- 3) soja perene - completo e menos potássio.

O aumento da concentração de cálcio nas plantas deficientes de potássio no solo Podzólico Vermelho Amarelo, pode ser explicado por um efeito de concentração do elemento, uma vez que na Tabela 36 observa-se uma menor produção de matérica seca no tratamento menos potássio em relação ao tratamento completo; esta explicação seria o efeito do antagonismo entre cálcio e potássio. OVERSTREET *et alii* (1952) demonstraram que o cálcio pode aumentar ou diminuir a absorção do po-

tássio; LOVE (1963) encontrou também alta correlação entre o teor de potássio e a concentração de cálcio. O tratamento menos potássio nas três espécies estudadas, mostrou alto teor de cálcio, havendo uma concordância com os autores citados.

Fazendo o mesmo tipo de avaliação para os dados obtidos com o solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 13), em relação ao tratamento completo, verifica-se que:

1) houve redução no teor de cálcio da matéria seca:

siratro - menos cálcio e calagem;

galactia - menos cálcio e calagem e testemunha;

soja perene - menos nitrogênio, menos potássio e menos cálcio e calagem;

2) houve aumento no teor de cálcio da matéria seca:

siratro - menos potássio, menos magnésio, menos nitrogênio;

galactia - completo, menos potássio, menos enxofre, menos magnésio e menos micronutrientes;

soja perene - menos magnésio, menos enxofre e menos micronutrientes.

Nota-se nas Tabelas 12 e 13 que a alta capacidade de aumento no teor de cálcio, observada no tratamento menos potássio (siratro e galactia) pode ser justificada com a mesma explicação dada no caso do solo Podzólico Vermelho Amarelo.

Na soja perene (Tabela 13), observa-se que o tratamento com omissão de magnésio apresentou alta concentração de cálcio em relação ao tratamento completo. O aumento no teor de cálcio no tratamento em que causou diminuição na produção da matéria seca se explica por um efeito de concentração do

elemento em questão.

NEME e NERY (1965) encontraram na soja perene e centrosema níveis de 1,32% e 1,36% de teor de cálcio, respectivamente. Neste ensaio os dados encontrados nas espécies e nos solos estudados, na parte aérea, no tratamento completo variaram de 1,63% a 1,84% , acima dos resultados relatados por aqueles autores.

Segundo SWIFT e SULLIVAN (1966) as leguminosas geralmente tem 1,00% a 1,50% na matéria seca, mas tem sido encontrados teor de até 2,50% . GALLO *et alii* (1974) observaram dados semelhantes na soja perene e siratro que foram de 1,17% e 1,04% , respectivamente. O teor médio de cálcio nos tratamentos das três espécies foi de 1,25% a 1,80% , acima dos resultados encontrados pelos autores citados.

JONAS e FREITAS (1970) verificaram que o estilossante apresentou sempre teor mais elevado de cálcio, independente ou não da sua aplicação em relação a soja perene e siratro, que variou na parte aérea de 0,50% a 2,00% de cálcio. Os resultados que foram obtidos neste ensaio foram de 0,52% a 1,29%, semelhante aos desses autores.

Em Queensland, Austrália, ANDREW e NORRIS (1961) realizaram pesquisas em solos com baixo teor de cálcio. As leguminosas tropicais tiveram a capacidade de extrair da mesma quantidade de solo, em média, 24 vezes mais cálcio do que as de clima temperado.

A Tabela 14 mostra que nos solos Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica houve correlação posi

tiva e significativa a 5% de probabilidade entre os teores de cálcio com nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas do siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumenta o teor de nitrogênio, fósforo e potássio aumenta a absorção de cálcio. OVERSTREET *et alii* (1952) sugeriram que o cálcio pode aumentar ou diminuir a absorção do potássio. LOVE (1963) encontrou também correlação entre cálcio e potássio. SARKAR e SINHA (1975) observaram correlação positiva entre cálcio e fósforo, semelhante aos resultados encontrados neste trabalho.

TABELA 12 - Teor percentual e quantidade total extraída de cálcio contida na matéria seca, em diversas partes da planta de siratro galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Cálcio			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	1,13 b	1,28 d	1,47 a	2,28 d	2,21 e	1,89 c	1,63 d	1,84 e	1,69 a	1,55 c	1,83 e	1,54 a	266 b	415 a	219 a
- Calagem	0,81 c	0,88 g	0,65 g	1,91 e	1,54 g	0,90 h	1,22 e	1,24 g	0,71 f	1,12 d	1,15 g	0,66 g	179 cd	245 c	107 bc
- N	0,84 c	1,17 e	0,91 f	1,98 e	2,04 f	1,35 f	1,27 e	1,60 f	1,08 e	1,20 d	1,49 f	1,08 d	254 bc	249 c	129 b
- P	1,10 b	1,69 a	1,13 cd	2,70 bc	2,65 c	2,01 b	1,63 d	2,20 c	1,49 b	1,55 c	2,11 c	1,37 b	224 bc	269 bc	199 a
- K	1,32 a	1,58 b	1,29 b	2,67 c	3,54 a	2,14 a	1,86 bc	2,60 a	1,66 a	1,70 bc	2,36 a	1,51 a	188bcd	285 bc	202 a
- Ca . Cal.	0,83 c	1,04 f	1,07 de	1,73 ef	1,53 g	1,03 g	1,19 e	1,29 g	1,05 e	1,06 d	1,18 g	0,94 e	90 e	156 d	109 bc
- S	1,19 ab	1,27 d	1,17 cd	3,16 a	2,33 e	1,33 f	2,09 a	1,87 e	1,23 d	1,85 ab	1,77 e	1,20 c	128 de	308 b	181 a
- Mg	1,13 b	1,34 cd	1,19 c	2,67 c	2,52 d	1,55 e	1,80 cd	1,98 d	1,34 c	1,69 bc	1,93 d	1,26 c	204bcd	380 a	196 a
- Micro	1,21 ab	1,39 c	1,00 ef	2,96 ab	3,10 b	1,73 d	2,05 ab	2,42 b	1,43 b	1,94 a	2,26 b	1,24 c	401 a	299 b	112 b
Testemunha	0,75 c	1,06 f	0,65 g	1,48 f	0,82 h	0,93 h	1,13 e	0,92 h	0,79 f	1,05 d	0,89 h	0,74 f	125 de	64 e	74 c
C.V. (%)	6,53	3,52	4,46	5,11	2,59	2,83	5,28	1,97	2,91	5,05	1,64	2,81	16,39	6,82	10,23
S	0,67	0,44	0,47	1,20	0,58	0,42	0,84	0,35	0,36	0,74	0,27	0,32	0,03	0,01	0,01
X	1,03	1,27	1,05	2,35	2,23	1,49	1,59	1,80	1,25	1,47	1,69	1,15	206	267	153
F	17,90	60,46	61,52	43,35	378,47	227,71	37,61	457,35	172,01	41,25	644,46	166,48	13,87	61,10	21,64

TABELA 13 - Teor percentual e quantidade total extraída de cálcio contida na matéria seca, em diversas partes da planta de siratro galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distróficas

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	1,45 ab	1,26 ab	1,37 c	1,96 ab	2,01 ab	2,20 b	1,66 ab	1,69 a	1,76 d	1,52 ab	1,57 ab	1,73 c	141 b	303 e	376 a
- Calagem	1,49 a	0,51 bc	0,83 e	1,47 bc	0,93 cd	1,07 e	1,48abc	0,74 bc	0,95 g	1,26abc	0,69 cd	0,91 f	154 b	204 g	186 c
- N	0,94 bc	1,05abc	1,25 d	1,44 bc	1,66 bc	1,52 d	1,18abc	1,39 ab	1,29 f	1,10abc	1,29 bc	1,24 e	75 cd	267 f	199 c
- P	0,44 d	0,57 bc	---	0,84 c	0,73 d	---	0,77 bc	0,65 bc	---	0,71 bc	0,57 d	---	10 e	3 i	---
- K	1,26 ab	1,58 a	1,30 d	2,67 a	2,28 ab	2,02 c	1,97 a	1,99 a	1,69 e	1,77 a	1,90 ab	1,63 d	97 c	335 d	269 b
- Ca • Cal.	0,49 cd	0,38 c	0,58 f	0,79 c	0,63 d	0,88 f	0,62 c	0,52 c	0,76 h	0,58 c	0,49 d	0,71 g	47 d	128 h	35 e
- S	1,13 ab	1,17abc	1,83 a	2,71 a	2,27 ab	2,22 b	1,64 ab	1,78 a	2,03 b	1,59 a	1,72 ab	1,95 b	129 b	414 b	297 b
- Mg	1,38 ab	1,49 a	1,59 b	2,59 a	2,60 a	3,00 a	1,98 a	2,10 a	2,44 a	1,86 a	1,99 a	2,28 a	224 a	646 a	179 a
- Micro	1,28 ab	1,29 ab	1,43 c	2,28 ab	2,73 a	2,21 b	1,70 ab	2,19 a	1,88 c	1,62 a	2,10 a	1,74 c	78 c	368 c	101 d
Testemunha	1,06 ab	0,47 bc	---	0,58 c	0,32 d	---	0,82 bc	0,41 c	---	0,64 c	0,25 d	---	43 e	1 i	---
C.V. (%)	19,55	34,37	2,84	26,68	22,43	1,55	27,24	25,69	1,68	27,22	22,37	1,99	13,93	4,80	10,06
S	21,38	3,363	0,289	4,635	3,637	0,253	3,779	3,468	0,216	3,458	2,825	0,243	0,013	0,0128	0,016
$\bar{X}$	0,10	0,97	1,02	1,73	1,62	1,49	1,38	1,34	1,28	1,27	1,26	1,22	95	767	164
F	6,70 <sup>xxx</sup>	3,60	986,67 <sup>xxx</sup>	6,29 <sup>xxx</sup>	12,00 <sup>xxx</sup>	3740,77 <sup>xxx</sup>	3,52	8,16 <sup>xxx</sup>	3011,73 <sup>xxx</sup>	3,90	12,17 <sup>xxx</sup>	2129,19 <sup>xxx</sup>	51,67 <sup>xxx</sup>	462,85 <sup>xxx</sup>	121,71 <sup>xxx</sup>

TABELA 14 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de cálcio com nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Arenias Quartzosas Distróficas

Solo	Correlação entre		$r^2$	Estimativa dos Parâmetros da equação ( $y = a + bx$ )	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(a)	cálcio	x nitrogênio	0,4850	-14,1785	1,4905
(b)	cálcio	x nitrogênio	0,3943	2,1480	0,3983
(a)	cálcio	x fósforo	0,1989	16,3974	2,4256
(b)	cálcio	x fósforo	0,5616	2,1436	5,9112
(b)	cálcio	x potássio	0,2198	6,5999	0,2681
Espécie: Galactia					
(b)	cálcio	x nitrogênio	0,1884	6,0890	0,3866
(a)	cálcio	x fósforo	0,3384	-2,8800	13,2771
(b)	cálcio	x fósforo	0,3801	2,3635	7,7647
(b)	cálcio	x potássio	0,2400	4,8299	0,2581
Espécie: Soja perene					
(b)	cálcio	x fósforo	0,5358	1,0553	5,7124
(b)	cálcio	x potássio	0,4776	2,2420	0,3053

### 5.1.5 - Enxofre

Os dados da Tabela 15 , mostram que a concentração de enxofre diminuiu em relação ao tratamento completo nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos fósforo, menos enxofre e testemunha;
- 2) galactia - menos nitrogênio, menos fósforo, menos potássio, menos enxofre e testemunha;
- 3) soja perene - menos fósforo, menos enxofre e testemunha; ocorreu aumento no teor de enxofre na matéria seca, em comparação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos cálcio e calagem, menos calagem e menos potássio;
- 2) galactia - completo, menos calagem, menos cálcio e calagem e menos micronutrientes (estes tratamentos não diferiram entre si);
- 3) soja perene - menos calagem, menos cálcio e calagem e menos magnésio.

No solo Podzólico Vermelho Amarelo (Tabela 36) , ajuda entender parte dos resultados observados. O aumento na concentração de enxofre nos tratamentos que causaram diminuição na produção da matéria seca (siratro, galactia e soja perene) se explica por um efeito da concentração do elemento.

Na parte referente ao solo Areias Quartzosas Destrófica (Tabela 16) , verifica-se que:

- 1) a redução no teor de enxofre da matéria seca, em relação ao conteúdo do tratamento completo:

siratro - menos nitrogênio e menos enxofre



galactia - menos calagem, menos nitrogênio, menos potássio, menos enxofre, menos magnésio e menos micronutrientes;

soja perene - menos potássio, menos enxofre e menos magnésio.

2) O aumento na concentração de enxofre da matéria seca em relação ao tratamento completo:

siratro - menos cálcio e calagem e menos calagem;

galactia - menos cálcio e calagem;

soja perene - menos cálcio e calagem e menos nitrogênio.

O aumento da concentração de enxofre foi observado no tratamento menos cálcio e calagem nos dois solos e nas três espécies.

JONES e QUAGLIATO (1970) informaram que se dispõem de poucas informações sobre respostas de leguminosas tropicais a níveis variáveis de enxofre. Trabalhando com cinco leguminosas, não observaram variação acentuada nos teores do elemento, tanto com a soja perene como a centrosema. O mesmo não aconteceu com o siratro que obteve teor mais alto de enxofre. Este dado está de acordo com o resultado encontrado neste trabalho. O siratro foi a espécie que apresentou concentração mais alta de enxofre em comparação com as outras espécies.

Estudando a distribuição do enxofre, em 35 espécies de plantas cultivadas no Estado de São Paulo, MALAVOLTA (1952) notou de modo geral, que o teor de enxofre obedecia a seguinte ordem decrescente: folha, caule e raízes. A concentração

encontrada na média dos tratamentos, mostram que o caule apresentou menor teor do elemento do que na folha, concordando com a observação do autor (Tabelas 15 e 16) .

Foram encontradas algumas correlações positivas entre teores foliares de enxofre, com nitrogênio, fósforo, cálcio e potássio (Tabela 17).

A Tabela 17 mostra que nos solos Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica houve correlação positiva e significativa a 5% de probabilidade entre os teores de enxofre com nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio nas folhas do siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumentava os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio aumentava a absorção de enxofre. Resultados semelhantes foram determinados por NOLLER e RHYKERD (1974) e MALAVOLTA (1978).

TABELA 15 - Teor percentual e quantidade total extraída de enxofre contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)			
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	
Completo	0,22 cd	0,10 ab	0,12 e	0,22 c	0,15 b	0,22 b	0,22 c	0,13 a	0,17 c	0,17 c	0,22 c	0,14 ab	0,18 de	38 a	33 a	25 c
- Calagem	0,26 a	0,12 a	0,28 a	0,25 b	0,16 ab	0,29 a	0,26 ab	0,14 a	0,28 a	0,28 a	0,26 a	0,15 ab	0,50 a	42 a	33 a	48 a
- N	0,20 d	0,09 bc	0,17 cd	0,22 cd	0,14 c	0,22 b	0,21 c	0,11 b	0,19 bc	0,19 bc	0,21 cd	0,12 c	0,19 cd	45 a	20 c	23 cd
- P	0,17 e	0,09 bc	0,09 f	0,15 e	0,12 d	0,22 b	0,16 d	0,10 b	0,14 d	0,14 d	0,17 e	0,12 c	0,17 e	25 b	15 d	25 c
- K	0,23 bc	0,10 b	0,15 d	0,25 b	0,13 cd	0,24 b	0,24 b	0,11 b	0,19 bc	0,19 bc	0,24 b	0,13 c	0,20 bc	26 b	15 d	26 c
- Ca · Cal.	0,25 ab	0,11 ab	0,28 a	0,28 a	0,17 a	0,28 a	0,26 a	0,14 a	0,28 a	0,28 a	0,27 a	0,16 a	0,31 a	23 b	20 c	35 b
- S	0,17 e	0,06 d	0,13 e	0,13 g	0,08 e	0,14 d	0,15 d	0,07 c	0,13 d	0,13 d	0,15 f	0,08 e	0,13 f	10 c	14 d	19 de
- Mg	0,22 cd	0,07 cd	0,23 b	0,20 de	0,13 cd	0,18 c	0,21 c	0,10 b	0,20 b	0,20 b	0,21 cd	0,12 c	0,22 b	25 b	23 b	33 b
- Micro	0,21 cd	0,10 ab	0,19 c	0,19 e	0,15 b	0,18 c	0,20 c	0,15 a	0,18 bc	0,21 d	0,21 d	0,14 b	0,18 cd	43 a	19 c	17 ef
Testemunha	0,15 e	0,07 cd	0,11 ef	0,15 f	0,08 e	0,15 d	0,15 d	0,07 c	0,13 d	0,13 d	0,16 f	0,10 d	0,14 f	19 bc	7 e	14 f
C.V. (%)	4,71	9,61	5,46	3,54	4,26	4,85	3,40	5,02	4,48	4,48	2,78	4,46	4,00	1512	5,81	6,80
S	0,10	0,08	0,09	0,07	0,05	0,10	0,07	0,05	0,08	0,08	0,05	0,05	0,08	0,08	0,01	0,01
X̄	0,21	0,09	0,17	0,21	0,15	0,21	0,21	0,16	0,19	0,19	0,21	0,13	0,20	30	20	27
F	25,24	10,05	100,47	93,86	52,51	48,76	61,30	36,28	78,52	78,52	84,49	33,15	100,42	17,04	94,04	57,13

TABELA 16 - Teor percentual e quantidade total extraída de enxofre contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja. perene no solo Areias Quartzosas Distróficas

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	0,27 b	0,18 a	0,20 bc	0,19 f	0,17 d	0,24 b	0,23 cd	0,17 b	0,21 c	0,24 cd	0,18 b	0,22 c	22 b	35 c	49 a
- Calagem	0,28 b	0,14 b	0,24 a	0,25 a	0,19 c	0,22 c	0,27 b	0,17 c	0,23 b	0,27 b	0,17 c	0,25 b	34 a	52 ab	51 a
- N	0,22 c	0,11 d	0,14 d	0,20 b	0,17 d	0,18 d	0,21 e	0,14 e	0,16 e	0,21 e	0,15 e	0,16 f	14 c	32 d	26 c
- P	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- K	0,23 c	0,10 e	0,14 d	0,20 de	0,20 b	0,23 bc	0,22 de	0,16 d	0,19 d	0,22 de	0,16 d	0,20 d	12 c	29 d	33 b
- Ca . Cal.	0,32 a	0,17 a	0,23 a	0,28 a	0,22 a	0,26 a	0,30 a	0,20 a	0,25 a	0,30 a	0,21 a	0,28 a	24 b	55 a	14 e
- S	0,20 d	0,07 f	0,12 e	0,17 f	0,10 f	0,12 e	0,19 f	0,08 f	0,12 f	0,19 f	0,08 f	0,12 g	15 c	21 e	19 d
- Mg	0,28 b	1,12 cd	0,19 c	0,22 c	0,16 e	0,18 d	0,25 bc	0,14 e	0,18 d	0,25 c	0,15 e	0,19 e	30 a	49 b	15 e
- Micro	0,24 c	0,13 bc	0,21 b	0,22 cd	0,18 c	0,22 c	0,23 d	0,16 cd	0,21 c	0,23 de	0,17 d	0,22 c	11 c	30 d	13 e
Testemunha	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C.V. (%)	4,34	4,78	4,48	4,41	1,85	3,83	4,33	2,30	2,48	3,66	2,14	1,92	11,67	4,32	7,09
S	0,089	0,050	0,067	0,078	0,026	0,064	0,083	0,029	0,039	0,071	0,028	0,03	0,001	0,0013	0,0015
X̄	0,20	0,10	0,14	0,17	0,14	0,16	0,19	0,12	0,16	0,19	0,13	0,16	16	30	22
F	323,44	321,31	343,81	314,45	1921,22	447,14	322,91	1260,66	1062,78	451,21	1449,65	1837,25	71,10	436,19	259,66

TABELA 17 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de enxofre com nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distróficas

Solo	Correlação entre		$r^2$	Estimativa dos Parâmetros da equação ( $y = a + bx$ )	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(b)	enxofre	x fósforo	0,7894	-0,0167	0,7562
(b)	enxofre	x cálcio	0,1837	0,9558	0,4740
(b)	enxofre	x magnésio	0,5228	0,2473	0,3824
Espécie: Galactia					
(b)	enxofre	x fósforo	0,7894	-0,0332	0,9900
(b)	enxofre	x cálcio	0,1900	0,8087	0,3850
(b)	enxofre	x magnésio	0,5429	0,4208	0,5906
Espécie: Soja perene					
(b)	enxofre	x nitrogênio	0,8496	0,0372	0,0518
(b)	enxofre	x fósforo	0,8618	0,0004	0,6955
(a)	enxofre	x magnésio	0,3951	1,1897	0,3511
(b)	enxofre	x magnésio	0,7623	0,3839	0,4746

### 5.1.6 - Magnésio

No solo Podzólico Vermelho Amarelo (Tabela 18), mostram que no teor de magnésio ocorreu diminuição, em relação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos magnésio;
- 2) galactia - menos nitrogênio, menos magnésio e menos micronutrientes;
- 3) soja perene - menos fósforo, menos magnésio;

houve aumento no teor do elemento em questão, em relação ao valor encontrado no tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) siratro - menos micronutrientes, menos potássio, menos cálcio e calagem, e menos enxofre;
- 2) galactia - menos potássio, menos fósforo, menos calagem e menos cálcio e calagem;
- 3) soja perene - menos potássio, menos cálcio e calagem e menos micronutrientes e testemunha.

No solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 19), mostram que no teor de magnésio ocorreu diminuição, em relação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) siratro - testemunha;
- 2) galactia - menos fósforo e testemunha;
- 3) soja perene - menos nitrogênio e menos magnésio;

houve aumento no teor de magnésio quando comparados ao tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) siratro - nenhum caso, os tratamentos não diferiram entre si;

- 2) Galactia - menos potássio, menos cálcio e calagem;
- 3) soja perene - menos potássio e menos cálcio e calagem.

Observando as Tabelas 18 e 19 , as plantas com deficiências em potássio na parte aérea, apresentaram aumentos no teor de magnésio, nas três espécies, quando comparado com o tratamento completo. Estes resultados concordam com DIJKSHOOR *et alii* (1974) afirmam que o potássio e magnésio competem pelos mesmos sítios de absorção, sendo que o potássio é um competidor mais efetivo. EPSTEIN (1975) informa que os efeitos antagônicos podem ser tão severos que o excesso na absorção de um elemento pode causar deficiência de outro.

MACNAUGHT *et alii* (1968) e ROLT (1968), mostraram que aplicação de calcário aumentou o teor de magnésio na parte aérea, do trevo branco. FRANÇA *et alii* (1971) obtiveram também um aumento desse elemento quando fizeram calagem em soja perene em solo de cerrado.

JONES e FREITAS (1970) relatam que a percentagem de magnésio nas plantas variaram de 0,20% a 0,25% quando não foi aplicado calcário e magnésio. Com aplicações dos mesmos, o teor não foi alterado no estilosantes e centrosema, mas no siratro e soja perene mostraram aumentos até determinado ponto. A concentração encontrada no siratro, galactia e soja perene nos dois solos, no tratamento menos magnésio na parte aérea, variaram de 0,07% a 0,17% , abaixo dos resultados encontrados pelos autores.

Segundo EMBLETON (1966) , EPSTEIN (1975) e MALAVOLTA (1976), o magnésio é bastante móvel dentro da planta, o

que vem confirmar as maiores concentrações encontradas nas folhas em relação ao caule.

Foram encontradas algumas correlações positivas e negativas entre teores foliares de magnésio com nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (Tabela 20) .

A Tabela 20 mostra que nos solos Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica houve correlação positiva a 5% de probabilidade entre os teores de magnésio, com nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio nas folhas do siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumentava o teor de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio aumentava a absorção de magnésio. Resultados semelhantes foram determinados por DIJKSHOORN *et alii* (1974) e WILSON e WEIR (1970).

Na folha da galactia no solo Podzólico Vermelho Amarelo, houve uma correlação negativa entre o teor de magnésio, e potássio. LOVE (1963) determinou alta correlação negativa entre estes dois elementos.



TABELA 18 - Teor percentual e quantidade total extraída de magnésio contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	0,15 cd	0,10 d	0,13 e	0,37 d	0,18 d	0,24 cd	0,25 c	0,15 ef	0,19 de	0,25 c	0,15 de	0,18 e	43 bc	35 b	25 de
- Calagem	0,16 cd	0,14 c	0,16 d	0,36 d	0,24 b	0,35 b	0,24 c	0,19 c	0,20 d	0,21 c	0,19 c	0,19 d	34 bcd	41 a	31 bc
- N	0,16 cd	0,10 d	0,15 de	0,34 d	0,15 e	0,23 cd	0,23 c	0,13 g	0,18 ef	0,23 c	0,12 gh	0,16 e	48 b	20 de	20 ef
- P	0,14 cd	0,28 a	0,13 e	0,44 c	0,20 c	0,23 cd	0,24 c	0,24 b	0,17 f	0,24 c	0,22 b	0,16 e	35 bcd	27 c	24 de
- K	0,28 a	0,24 b	0,25 a	0,53 b	0,41 a	0,47 a	0,38 b	0,33 a	0,34 a	0,34 b	0,29 a	0,31 a	38 bcd	36 b	42 a
- Ca . Cal.	0,18 bc	0,11 d	0,24 ab	0,64 a	0,23 c	0,37 b	0,36 b	0,16 d	0,29 b	0,34 b	0,16 d	0,29 b	28 bcd	21 de	33 b
- S	0,15 cd	0,10 d	0,15 de	0,57 b	0,17 de	0,23 cd	0,34 b	0,14 fg	0,18 ef	0,31 b	0,13 fg	0,18 e	21 cd	23 d	26 cd
- Mg	0,10 d	0,07 e	0,09 f	0,22 e	0,13 f	0,15 e	0,15 d	0,10 h	0,12 g	0,15 d	0,10 i	0,11 f	18 d	19 e	17 f
- Micro	0,23 ab	0,10 d	0,23 b	0,65 a	0,13 f	0,22 d	0,43 a	0,12 g	0,22 c	0,41 a	0,12 h	0,20 cd	85 a	16 f	18 f
Testemunha	0,17 c	0,16 c	0,19 c	0,32 d	0,15 e	0,25 c	0,25 c	0,15 de	0,22 c	0,23 c	0,14 ef	0,21 c	28 cd	10 g	21 def
C. V. (%)	13,25	7,28	5,61	5,74	3,45	4,25	7,85	3,92	3,54	8,48	3,40	3,19	21,43	5,61	9,73
S	0,23	0,10	0,09	0,25	0,07	0,11	0,22	0,06	0,07	0,23	0,05	0,06	0,08	0,01	0,02
$\bar{X}$	0,17	0,14	0,17	0,44	0,20	0,27	0,28	0,17	0,21	0,27	0,16	0,20	28	25	26
F	8,67	82,00	60,71	63,52	270,65	125,25	28,86	187,61	145,35	21,34	206,14	169,60	10,67	90,45	18,50

TABELA 19 - Teor percentual e quantidade total extraída de magnésio contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distrófica

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	0,14 bc	0,07 cd	0,16 de	0,43 ab	0,16 cd	0,38 b	0,27abc	0,12cde	0,26 cd	0,25abc	0,13bcd	0,25 c	25 a	25 a	54 b
- Calagem	0,15 bc	0,11 bc	0,21 bc	0,46 ab	0,23 bc	0,38 b	0,27abc	0,18 cb	0,29 c	0,24abc	0,17 bc	0,27 b	29 a	50 a	56 b
- N	0,22abc	0,08 cd	0,15 de	0,45 ab	0,13 de	0,21 e	0,55abc	0,11def	0,18 e	0,31abc	0,11cde	0,17 d	21 a	23 c	28 d
- P	0,11 c	0,05 cd	---	0,21 bc	0,06 f	---	0,20abc	0,05 fg	---	0,18abc	0,05 ef	---	2 b	0,31 d	---
- K	0,26 ab	0,22 a	0,31 a	0,57 a	0,36 a	0,55 a	0,41 a	0,30 a	0,44 a	0,38 a	0,29 a	0,41 a	21 a	51 a	67 a
- Ca · Cal.	0,26 ab	0,15 b	0,23 b	0,54 a	0,24 b	0,39 b	0,39 ab	0,20 b	0,33 b	0,37 ab	0,19 b	0,30 b	29 a	52 a	15 e
- S	0,22abc	0,10 bc	0,18 cd	0,47 ab	0,16 cd	0,30 d	0,30abc	0,13cde	0,24 d	0,30abc	0,13 bc	0,23 c	24 a	33 b	35 c
- Mg	0,11 c	0,07 cd	0,12 e	0,23 bc	0,08 ef	0,17 f	0,17 bc	0,07efg	0,15 e	0,16 bc	0,07def	0,14 e	19 a	24 c	11 e
- Micro	0,33 a	0,11 bc	0,19bcd	0,53 a	0,21bcd	0,33 c	0,41 a	0,17bcd	0,27 cd	0,36 ab	0,17 bc	0,24 c	17 a	29 b	13 e
Testemunha	0,16 bc	0,02 d	---	0,75 c	0,03 f	---	0,11 c	0,03 g	---	0,10 c	0,02 f	---	6 b	0,17 d	---
C.V. (%)	27,61	27,15	15,01	28,67	19,10	4,52	35,24	20,28	6,84	53,23	19,51	5,79	28,59	5,98	7,65
S	0,550	0,272	0,203	1,149	0,327	0,124	0,969	0,286	0,150	0,898	0,268	0,118	0,005	0,0017	0,0021
$\bar{X}$	0,19	0,10	0,15	0,40	0,17	0,27	0,29	0,14	0,21	0,27	0,13	0,20	0,19	29	28
F	3,56	8,42	45,44	4,17	18,54	408,66	2,28	16,20	173,00	2,31	16,72	239,50	6,66	237,25	254,41

TABELA 20 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de magnésio com nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distróficas

Solo	Correlação entre		r <sup>2</sup>	Estimativa dos Parâmetros da equação (y = a + bx)	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(b)	magnésio	x nitrogênio	0,6370	0,0424	0,1060
(b)	magnésio	x fósforo	0,5932	0,7318	0,2722
(b)	magnésio	x potássio	0,4081	0,9360	0,0765
(b)	magnésio	x cálcio	0,2422	0,2185	0,1030
Espécie: Galactia					
(b)	magnésio	x nitrogênio	0,4635	-0,0372	0,0669
(b)	magnésio	x fósforo	0,5110	-0,5707	0,9938
(a)	magnésio	x potássio	0,2228	4,2557	-0,0467
Espécie: Soja perene					
(b)	magnésio	x nitrogênio	0,7447	-0,0953	0,0892
(b)	magnésio	x fósforo	0,7112	-0,8362	1,1633
(b)	magnésio	x potássio	0,4621	0,5387	0,0530
(b)	magnésio	x cálcio	0,2814	1,3469	0,0936

## 5.2 - Efeitos dos Micronutrientes

A omissão de micronutrientes diminuiu a produção da matéria seca em comparação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

- 1) Solo Podzólico Vermelho Amarelo - galactia e soja perene,
- 2) Areias Quartzosas Distrófica - siratro, galactia e soja perene.

A análise química do material sugere que na omissão dos seguintes elementos tenha sido responsável pela queda na colheita:

- 1) Solo Podzólico Vermelho Amarelo, de Araçatuba: Boro , Cobre , Ferro , Manganês e Zinco.
- 2) Areias Quartzosas Distrófica, de São Pedro: Boro , Cobre (siratro e galactia) , Ferro (soja perene) , Zinco (soja perene).

Examinando-se o efeito dos tratamentos nos teores de micronutrientes da matéria seca, tem-se o seguinte quadro em relação aos valores encontrados no tratamento completo:

### 5.2.1 - Boro

Solo Podzólico Vermelho Amarelo (Tabela 21):

#### Diminuição:

Menos nitrogênio, menos fósforo (galactia), menos potássio (galactia e soja perene), menos enxofre (soja perene),

menos magnésio (soja perene), menos micronutrientes e testemunha.

Aumento:

Menos calagem, menos fósforo (soja perene), menos cálcio e calagem.

Solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 22):

Diminuição:

Menos micronutrientes, menos nitrogênio (galactia), menos potássio (galactia), menos enxofre (galactia), menos magnésio (galactia).

Aumento:

Menos calagem, menos cálcio e calagem.

Os únicos resultados comuns aos dois solos e às três espécies, é o aumento no teor de boro quando não se faz calagem: a diminuição no pH (quase uma unidade no Podzólico Vermelho Amarelo e mais de uma unidade no solo Areias Quartzosas Distrófica) indica maior disponibilidade do elemento nesses tratamentos nas quais o corretivo não foi usado e, portanto, aumentos na absorção e no teor na matéria seca.

Foram encontradas correlações entre os teores foliares de boro com cálcio e magnésio (Tabela 23).

A Tabela 23 mostra no solo Areias Quartzosas Distrófica que houve correlações positivas e significativas a 5% de probabilidade entre os teores de boro com cálcio e magnésio nas folhas do siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumentava os teores de cálcio e magnésio aumentava

TABELA 21 - Teor em ppm e quantidade total extraída de boro contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	13 d	17 d	20 d	24 c	19 c	25 cd	17 de	18 c	23 d	17 d	18 c	23 d	0,305 bc	0,432 b	0,330 cd
- Calagem	25 b	21 b	31 b	28 b	24 b	34 a	26 b	23 b	31 b	25 b	23 b	31 b	0,409 a	0,493 a	0,507 a
- N	13 d	11 e	14 fg	20 d	13 e	26 c	15 f	12 e	19 fg	16 e	12 e	19 f	0,340 ab	0,201 e	0,234 e
- P	18 c	10 e	24 c	20 d	17 d	25 cd	19 cd	14 d	24 c	19 c	13 d	24 c	0,275bcd	0,174 ef	0,355 bc
- K	13 d	11 e	16 ef	21 d	15 d	24 de	16 ef	13 d	19 ef	17 d	13 d	20 e	0,190 de	0,168 ef	0,275 de
- Ca . Cal.	27 a	23 a	37 a	30 a	27 a	33 b	28 a	25 a	35 a	26 a	25 a	34 a	0,226 cd	0,330 cd	0,395 b
- S	19 c	16 d	18 de	20 d	18 c	24 e	19 c	17 c	20 e	19 c	18 c	21 e	0,134 e	0,314 d	0,317 cd
- Mg	18 c	19 c	13 gh	20 d	16 d	25cde	18 cd	17 c	18 g	18 c	17 c	18 e	0,225 cd	0,351 c	0,291 d
- Micro	11 e	12 e	11 h	17 e	9 f	15 f	13 g	10 e	13 h	13 f	10 e	14 g	0,285 bc	0,144 f	0,128 f
Testemunha	10 e	8 f	7 i	13 f	8 f	11 g	11 h	8 f	9 i	11 g	8 f	9 h	0,136 e	0,059 g	0,094 f
C.V. (%)	4,20	5,88	5,01	3,14	3,80	2,64	2,98	4,24	2,26	2,13	3,84	1,83	14,62	5,98	8,07
S	0,007	0,008	0,009	0,006	0,006	0,006	0,005	0,006	0,004	0,003	0,006	0,003	0,003	0,001	0,002
$\bar{X}$	16	15	19	21	17	24	18	16	21	18	16	21	0,253	0,267	0,293
F	133,38	68,50	183,09	105,86	159,92	228,81	166,11	123,45	406,44	275,61	148,62	671,59	11,26	150,14	52,39

TABELA 22 - Teor em ppm e quantidade total extraída de boro contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Areias Quatzosas Distrófica

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	10 c	12 c	11 c	22 c	19 c	18 cd	15 cd	16 c	14 de	14 de	15 c	14 d	0,137 cd	0,295 d	0,315 b
- Calagem	12 b	15 b	15 ab	28 b	23 b	21 b	19 b	20 b	18 b	18 b	19 b	17 b	0,220 a	0,562 b	0,365 a
- N	13 b	11 cd	11 c	21 c	16 d	18 d	17 c	14 d	16 de	16 cb	13 d	14 d	0,114 d	0,284 d	0,236 c
- P	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- K	10 c	8 e	9 d	19 d	17 cd	17 d	14 d	13 d	14 e	14 e	13 d	13 e	0,077 e	0,238 e	0,220 c
- Ca . Cal.	12 b	17 a	16 a	34 a	28 a	24 a	22 a	23 a	21 a	21 a	22 a	20 a	0,173 b	0,593 a	0,100 d
- S	15 a	11 cd	15 b	19 d	13 e	18 cd	16 c	12 de	15 c	15 cd	12 de	15 c	0,130 d	0,298 d	0,244 c
- Mg	10 c	10 d	10 cd	18 d	12 e	19 c	14 d	11 e	16 cd	13 e	11 e	15 cd	0,167 bc	0,371 c	0,118 d
- Micro	7 d	7 e	7 e	12 e	10 f	9 e	9 e	9 f	9 f	9 f	8 f	8 f	0,047 e	0,157 f	0,050 e
Testemunha	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C.V. (%)	6,35	6,65	6,06	4,64	6,54	3,52	5,63	6,32	4,23	5,42	5,94	4,13	13,01	4,62	9,19
S	0,0005	0,006	0,0005	0,0008	0,0009	0,0005	0,007	0,0007	0,0005	0,0006	0,0006	0,0004	0,00001	0,00001	0,00001
$\bar{X}$	9	9	9	17	14	14	12	12	12	12	11	12	0,106	0,279	0,164
F	152,21	168,61	195,63	361,76	195,82	551,31	214,41	189,61	385,87	229,07	218,99	399,57	57,37	478,03	146,92

a absorção de boro. SHEAR e FAUST (1973) verificaram que a aplicação de boro aumentou o acúmulo de cálcio nas mesmas. Os resultados obtidos estão de acordo com os autores.

TABELA 23 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de boro com cálcio e magnésio, nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho-Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distrófica

Solo	Correlação entre		r <sup>2</sup>	Estimativa dos Parâmetros da equação (y = a + bx)	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(b)	boro x magnésio		0,4479	0,0017	0,0039
Espécie: Galactia					
(b)	boro x magnésio		0,4573	0,0037	0,0060
Espécie: Soja perene					
(b)	boro x cálcio		0,3338	0,8083	0,0588
(b)	boro x magnésio		0,5589	0,0048	0,0036



### 5.2.2 - Cobre

Solo Podzólico Vermelho Amarelo (Tabela 24):

#### Diminuição:

Testemunha, menos micronutrientes (galactia e soja perene), menos nitrogênio, potássio, menos calagem, menos cálcio e calagem, menos enxofre, magnésio (galactia), menos calagem, nitrogênio, potássio, cálcio e calagem (soja perene).

#### Aumento:

Menos fósforo (siratro e galactia), menos potássio (siratro), menos cálcio e calagem (siratro), menos enxofre e magnésio (siratro).

Solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 25):

#### Diminuição:

Menos calagem (siratro e galactia), menos nitrogênio (siratro e galactia), menos potássio (siratro e galactia), menos cálcio e calagem (siratro e galactia), menos enxofre (galactia); menos micronutrientes (siratro e galactia).

#### Aumento:

Menos calagem (soja perene), menos nitrogênio (soja perene), menos potássio, cálcio e calagem, enxofre e magnésio (soja perene).

As variações dos teores de nutrientes num mesmo sentido, quando verificadas nos dois solos, podem ser explicadas tendo em conta o efeito da calagem e adubação na disponibilidade dos nutrientes, em pH mais baixo se observou menor con-

TABELA 24 - Teor em ppm e quantidade total extraída de cobre contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo -

Tratamento	Caula			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	8 g	5 b	7 ab	12 e	7 b	11 c	10 e	6 b	9 a	10 f	7 b	11 a	0,176 bc	0,182 a	0,162 a
- Calagem	9 f	3 de	6 c	11 f	5 d	10 cd	10 e	4 ef	7 c	9 f	5 fg	9 d	0,158bcd	0,115 b	0,150 a
- N	9 ef	3 c	4 d	14 b	6 c	11 b	11 d	5 d	7 c	11 e	6 d	9 cd	0,239 a	0,112 bc	0,114 b
- P	15 a	6 a	7 a	17 a	8 a	10 d	15 a	7 a	8 ab	15 a	9 a	10 bc	0,219 ab	0,117 b	0,147 a
- K	12 c	3 cd	4 d	14 bc	4 de	8 e	12 c	4 ef	6 de	12 d	6 de	7 e	0,140cde	0,076 e	0,110 b
- Ca . Cal.	14 b	3 cd	7 a	12 e	5 d	9 e	13 b	4 e	8 b	13 c	6 e	9 cd	0,112 de	0,080 de	0,109 b
- S	14 b	4 b	6 bc	13 cd	6 c	12 a	13 b	5 c	9 a	14 b	7 c	10 b	0,097 de	0,125 b	0,160 a
- Mg	10 de	1 f	6 c	13 de	5 cd	12 b	11 d	3 fg	8 ab	11 e	4 g	10 bc	0,139cde	1,097 cd	0,157 a
- Micro	10 d	2 e	3 e	10 g	4 e	8 f	10 e	3 g	6 d	10 f	5 g	8 e	0,212 ab	0,065 e	0,076 c
Testemunha	7 g	3cde	3 e	8 h	4 de	8 f	7 f	4 ef	5 e	7 g	5 ef	6 f	0,090 e	0,042 f	0,068 c
C.V. (%)	3,53	7,99	5,54	2,60	6,94	2,26	2,14	4,68	2,91	1,97	3,51	2,85	16,24	7,50	7,95
S	0,005	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,007	0,008
X̄	10	3	5	12	5	10	11	11	7	11	6	9	0,158	0,101	0,125
F	94,41	36,88	57,03	113,24	22,01	90,42	172,66	62,87	60,12	168,36	70,96	50,95	8,24	51,50	31,47

TABELA 25 - Teor em ppm e quantidade total extraída de cobre contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distrófica

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	15 ab	9 b	7 e	13 a	12 a	11 c	14 a	11 a	9 e	18 a	14 a	11 e	0,169 a	0,275 cb	0,247 a
- Calagem	10 cd	6 d	12 a	11 b	6 f	9 e	10 b	6 e	10 bc	15 b	8 d	12 d	0,189 a	0,250 cd	0,252 a
- N	9 d	8 c	10 bc	13 a	9 cd	10 e	11 b	8 cd	10 cd	12 c	11 c	10 ef	0,086 de	0,213 d	0,173 c
- P	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- K	12 cd	7 cd	11 ab	11 b	10 b	11 d	11 b	9 bc	11 b	12 c	11 c	12 d	0,070 de	0,197 e	0,207 b
- Ca . Cal.	12 bc	6 d	10 dc	10 bc	9 d	10 d	11 b	8 d	10 bc	12 c	10 c	13 c	0,100 cd	0,284 bc	0,067 e
- S	16 a	10 b	12 a	12 a	9bcd	13 b	15 a	9 b	13 a	16 b	12 b	14 b	0,132 bc	0,305 b	0,219 b
- Mg	12 cd	11 a	11abc	10 bc	10 bc	14 a	11 b	11 a	13 a	12 c	14 a	15 a	0,155 ab	0,460 a	0,122 d
- Micro	11 cd	5 e	8 d	10 c	7 e	10 e	10 b	6 d	9 de	12 c	9 d	10 f	0,059 e	0,157 f	0,059 e
Testemunha	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C.V. (%)	12,10	6,99	6,88	5,02	7,16	2,73	7,53	5,78	3,66	6,25	5,57	3,67	16,05	6,25	8,20
S	0,001	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0002	0,0007	0,0004	0,0003	0,0007	0,0005	0,0003	0,00001	0,00001	0,00001
$\bar{X}$	9	6	8	9	7	9	9	7	8	11	9	10	0,096	0,216	0,134
F	43,56	147,70	131,88	231,63	127,82	819,64	105,88	195,42	444,12	157,25	205,70	448,04	36,85	211,70	158,25

centração do Ca disponível no solo (Tabela 37).

Resultados opostos podem talvez ser atribuídos ao efeito da calagem e do cálcio como nutriente no crescimento estimulando a absorção. Efeitos de concentração, por sua vez, causaram aumentos na concentração do cobre na matéria seca (tratamento menos magnésio, menos enxofre na soja perene no solo Areias Quartzosas Distrófica, por exemplo).

### 5.2.3 - Ferro

Solo Podzólico Vermelho Amarelo (Tabela 26):

#### Diminuição:

Menos nitrogênio, menos fósforo, menos potássio, menos enxofre, menos micro e testemunha (siratro e soja perene).

#### Aumento:

Menos calagem, menos nitrogênio (galactia), menos cálcio e calagem.

Solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 27):

#### Diminuição:

Menos nitrogênio (soja perene), menos fósforo (siratro e galactia), menos potássio (soja perene), menos enxofre (soja perene), menos magnésio (soja perene), menos micronutrientes (soja perene), testemunha (siratro e galactia).

#### Aumento:

Menos calagem, menos cálcio e calagem (soja perene).

Foram encontradas algumas correlações positivas nos teores foliares de ferro com fósforo, cálcio, magnésio e boro (Tabela 28).

A Tabela 28 mostra que no solo Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica houve correlação positiva e significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os teores de ferro e boro, ferro e fósforo nas folhas do siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumentava os teores de boro e fósforo aumentava a absorção de ferro. MATTOS (1972) mostrou haver interdependência do elemento boro sobre o teor de ferro.

WALLACE e LUNT (1960) , BROWN (1961) em estudo de revisão sobre a interação ferro e fósforo, informaram que muito pouco é conhecido sobre o mecanismo desta interação.

ABELA 26 - Teor em ppm e quantidade total extraída de ferro contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	337 cd	362 d	505 bc	625 c	376 de	574 c	462 c	370 f	543 b	438 c	573def	928 cd	7,530 ab	1,314 b	14,045 bc
- Calagem	439 b	478 b	603 a	708 b	501 b	702 a	539 b	490 b	627 a	490 b	733 c	871 cd	7,950 a	1,557 a	14,050 bc
-- N	260 e	400 c	468 d	418 f	390 d	513 d	320 f	595 de	485 cd	306 f	625 de	976 c	6,480abc	1,044 c	11,700 cd
- P	359 cd	388 cd	450 d	552 d	420 c	489 e	423 d	405 d	466 e	388 d	865 b	111 b	5,610 cd	1,100 c	16,180 ab
- K	350 cd	328 e	460 d	412 f	397 cd	432 f	375 e	464 f	448 f	341 e	814 b	930 cd	3,790 ef	0,988 c	12,426 cd
- Ca . Cal.	558 a	554 a	623 a	740 a	552 a	631 b	631 a	533 a	626 a	557 a	1084 a	1430 a	4,730cde	1,383 b	16,550 a
- S	340 cd	389 cd	497 c	400 f	497 b	440 f	367 e	449 c	474 de	337 e	555 ef	734 e	2,340 f	0,966 c	11,060 d
- Mg	377 c	384 cd	528 b	469 e	398 cd	443 f	416 d	391 e	491 c	386 d	644 d	821 de	4,660 de	1,270 b	12,780 cd
- Micro	323 d	265 f	361 e	304 h	356 e	319 g	314 f	320 g	336 g	296 f	554 ef	560 f	6,100bcd	0,730 d	5,080 e
Testemunha	254 e	243 f	311 f	332 g	305 f	222 h	296 f	279 h	266 h	276 g	501 f	563 f	3,300 ef	0,364 e	5,690 e
C.V. (%)	4,93	4,02	2,27	2,21	2,76	1,39	2,65	1,39	1,29	2,32	5,00	6,06	14,11	6,52	8,14
S	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,005	0,006	0,008	0,03	0,05	0,007	0,006	0,009
X̄	360	379	480	496	419	477	414	402	476	382	691	892	5,250	1,071	11,956
F	48,87	12,06	153,56	389,41	84,50	902,39	186,68	405,92	666,92	20,42	49,63	45,03	12,07	48,54	31,79

TABELA 27 - Teor em ppm e quantidade total extraída de ferro contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distrófica

Tratamento	Caula			Folha			Parte área da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	580 a	394abc	468 b	501 ab	483 ab	544 b	546 a	446 ab	503 b	775abc	462 ab	506 c	7,073 b	8,900 d	11,010 a
- Calagem	638 a	477 ab	511 a	589 a	704 a	656 a	617 a	605 a	583 a	822 ab	592 a	565 a	10,029 a	17,340 a	11,560 a
- N	472 ab	320 abc	383 c	392 abc	509 ab	458 d	433 ab	420 ab	423 e	618abc	434 ab	399 f	4,240 de	9,004 e	6,400 b
- P	246 b	209 bc	---	240 bc	230 bc	---	241 b	219 bc	---	320 c	259 bc	---	0,460 f	0,150 g	---
- K	455 ab	423 ab	454 b	420abc	451abc	453 d	437 ab	439 ab	453 d	891 a	452 ab	445 e	4,880 d	7,960 e	7,337 b
- Ca + Cal.	589 a	494 a	504 a	586 a	645 a	645 a	588 a	582 a	590 a	824 ab	580 a	547 b	6,630 cd	15,190 b	2,779 cd
- S	503 ab	392abc	459 b	449abc	469 ab	463 d	486 ab	435 ab	460 d	636abc	446 ab	451 e	5,200 cd	10,130 c	6,880 b
- Mg	457 ab	435 ab	454 b	436abc	427abc	508 c	446 ab	450 ab	487 c	860 a	443 ab	469 d	10,260 a	14,370 b	3,665 c
- Micro	373 ab	270abc	317 d	379abc	405abc	328 e	375 ab	355abc	323 f	596abc	377abc	307 g	2,880 e	6,630 f	1,790 d
Testemunha	258 b	131 c	---	116 c	153 c	---	214 b	140 c	---	367 bc	110 c	---	0,250 f	0,075 g	---
C.V. (%)	24,42	31,25	2,88	31,57	27,81	2,34	26,19	28,69	1,44	29,13	30,41	1,62	13,91	4,51	9,54
S	0,111	0,110	0,010	0,131	0,124	0,009	0,114	0,116	0,005	0,195	0,126	0,006	0,0007	0,0004	0,0004
$\bar{X}$	457	354	355	416	488	405	438	407	382	669	416	369	5,191	9,035	5,135
F	2,83	2,31	726,66	2,10	3,53	1205,96	2,72	2,98	5036,31	2,12	2,54	2389,92	45,96	406,36	143,85

TABELA 28 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de ferro com fósforo, cálcio, magnésio e boro nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distróficas

Solo	Correlação entre		$r^2$	Estimativa dos Parâmetros da equação ( $y = a + bx$ )	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(b)	ferro	x magnésio	0,5778	0,1448	0,0667
(b)	ferro	x cálcio	0,2377	0,2524	0,0088
(a)	ferro	x boro	0,8181	-0,0107	28,0390
Espécie: Galactia					
(b)	ferro	x magnésio	0,4120	0,2445	0,1185
(b)	ferro	x fósforo	0,7241	0,0581	0,2185
(a)	ferro	x boro	0,7824	0,2233	11,3761
(b)	ferro	x boro	0,6864	0,2057	17,0916
Espécie: Soja perene					
(b)	ferro	x magnésio	0,6012	0,1257	0,1019
(b)	ferro	x cálcio	0,3281	0,2069	0,0133
(a)	ferro	x boro	0,9348	0,0006	19,5645
(b)	ferro	x boro	0,9658	0,0126	26,5193



#### 5.2.4 - Manganês

Solo Podzólico Vermelho Amarelo (Tabela 29):

##### Diminuição:

Menos nitrogênio, menos fósforo, menos potássio, menos enxofre (siratro e soja perene), menos magnésio (soja perene), menos micronutrientes e testemunha.

##### Aumento:

Menos calagem, menos cálcio e calagem, menos magnésio (galactia).

Solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 30):

##### Diminuição:

Menos micronutrientes (soja perene), testemunha (siratro e galactia).

##### Aumento:

Menos calagem, menos cálcio e calagem, menos magnésio (siratro e soja perene).

O exame conjunto dos teores de ferro e manganês permite verificar que não ocorreu no ensaio a conhecida inibição exercida pelo manganês na absorção do ferro: ao contrário, observou-se correlação positiva entre os teores dos dois elementos (Tabela 31). Para ambos os elementos notaram-se teores mais elevados quando se omitiu calagem ou cálcio e calagem, o que deve ter aumentado a disponibilidade. A comparação dos teores de ferro e manganês encontrados nas plantas testemunhas e nas que não receberam micronutrientes com as do tratamento

completo, mostra que em ambos os solos o efeito da calagem não foi devido à eliminação de manganês tóxico, mesmo no caso do solo Areias Quartzosas, em que o pH final é suficientemente baixo para permitir a existência de altas concentrações desse elemento.

Foram encontrados ainda correlações positivas entre manganês e magnésio e negativa entre manganês e cálcio (Tabela 31).

A Tabela 31 mostra que nos solos Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica houve correlação positiva e significativa a 5% de probabilidade entre os teores de manganês e ferro no siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumenta o teor de ferro aumenta a absorção de manganês. EPSTEIN e STOUT (1951) sugeriram que o manganês interfere com o transporte de ferro, desde as raízes até a parte aérea. MATTOS (1972) mostrou que houve uma interdependência de ferro sobre os teores de manganês no siratro.

TABELA 29 - Teor em ppm e quantidade total extraída de manganês contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	91 cd	65 cd	182 b	419 d	200 e	319 c	254 c	146 c	255 c	224 d	162 d	255 c	3,840 c	3,720 d	3,560 c
- Calagem	658 b	323 a	572 a	601 b	853 b	745 b	638 b	614 a	618 b	590 b	600 a	577 b	9,530 a	12,890 a	9,320 a
- N	48 e	73 c	62 e	185 g	239 d	142 g	99 f	156 c	93 fg	98 f	153 de	86 g	2,070 ef	2,560 e	1,040 e
- P	53 e	37 e	65 e	234efg	120 g	130 gh	113 ef	82 e	92 g	107 f	95 fg	88 g	1,560 ef	1,210 f	1,290 e
- K	62 e	47 e	76 e	214 fg	172 f	295 d	123def	112 d	173 d	115 ef	109 f	155 d	1,290 f	1,330 f	2,090 d
- Ca - Cal.	915 a	339 a	581 a	760 a	884 a	833 a	852 a	623 a	686 a	790 a	584 b	616 a	6,720 b	7,720 b	7,150 b
- S	59 e	35 e	109 d	268 e	217 de	175 f	154 de	137 c	135 f	160 e	139 e	129 e	1,120 f	2,420 e	1,960 d
- Mg	111 c	132 b	118 d	488 c	348 c	211 e	274 c	248 b	158 e	275 c	267 c	146 d	3,300 cd	5,270 c	2,270 d
- Micro	52 de	50 de	147 c	226efg	111 g	119 hi	135def	87 e	130 f	128 ef	89 g	112 f	2,670 de	1,180 f	1,020 e
Testemunha	63 de	48 de	77 e	259 ef	117 g	109 i	165 d	88 e	93 fg	154 e	96 fg	86 g	1,830 ef	0,691 f	0,866 e
C.V. (%)	5,89	5,92	3,57	5,68	3,25	2,25	7,43	4,08	2,49	7,08	3,47	2,50	14,74	7,09	7,66
S	0,01	0,007	0,007	0,02	0,01	0,006	0,02	0,009	0,006	0,01	0,007	0,005	0,0005	0,0092	0,002
X̄	211	115	199	366	326	308	279	229	243	265	230	223	3,339	3,900	3,035
F	1237,49	451,89	1627,81	175,68	1553,59	2394,88	305,68	1011,69	2657,38	316,62	1239,19	2606,21	59,08	385,72	306,72

TABELA 30.- Teor em ppm e quantidade total extraída de manganês contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distrófica

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	64 ef	50 de	62 c	185cde	228 bc	197 d	115 cd	153 bc	125 d	140 de	195 b	131 d	1,312 cd	3,763 c	2,843 c
- Calagem	537 a	359 b	416 b	605 a	872 a	933 a	566 a	648 a	673 b	511 a	524 a	630 b	6,236 a	18,270 a	12,889 a
- N	94 ef	97 c	62 c	207 cd	278 b	177 e	148 cd	192 b	123 d	160 cd	190 bc	120 d	1,100cde	3,952 e	1,924 d
- P	52 f	47 de	---	116 de	114 cd	---	105 cd	79 cd	---	105 cd	74 d	---	0,150 f	0,043 f	---
- K	75 ef	77 c	65 c	270 bc	188 bc	177 e	174 cd	141 bc	125 d	177 cd	141bcd	125 d	0,972 de	2,482 d	2,060 d
- Ca . Cal.	460 b	449 a	581 a	594 a	895 a	855 b	520 a	710 a	770 a	525 a	689 a	713 a	4,225 b	18,016 a	3,543 b
- S	154 d	62 cd	74 c	287 bc	233 bc	162 e	198 c	157 bc	120 d	196 c	174 bc	122 d	1,599 c	4,180 c	1,858 d
- Mg	356 c	74 c	64 c	367 b	285 b	251 c	361 b	191 b	177 c	346 b	196 b	169 c	4,155 b	6,344 b	1,335 e
- Micro	115 de	45 de	58 c	225 cd	110 cd	136 e	161 cd	86 cd	102 e	154 cd	96 cd	104 e	0,751 e	1,686 e	0,606 f
Testemunha	96 ef	15 d	---	52 e	33 d	---	74 d	23 d	---	70 d	47 d	---	0,047 f	0,032 f	---
C.V. (%)	12,75	17,69	4,71	19,91	16,76	2,42	20,39	15,86	3,17	20,97	16,46	2,44	11,10	5,12	6,46
S	0,024	0,22	0,006	0,058	0,054	0,007	0,049	0,037	0,007	0,050	0,039	0,005	0,0002	0,0003	0,0001
$\bar{X}$	200	127	138	291	324	292	242	238	221	238	242	211	2,054	5,874	2,705
F	107,50	86,76	1800,57	20,28	65,30	4492,12	25,49	79,75	2936,79	21,48	63,29	465,97	165,71	1002,28	923,89

TABELA 31 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de manganês com cálcio, magnésio e ferro nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distróficas

Solo	Correlação entre			$r^2$	Estimativa dos Parâmetros da equação ( $y = a + bx$ )	
	$Y$		$X$		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro						
(a)	manganês	x	cálcio	0,1672	0,6973	0,0140
(b)	manganês	x	magnésio	0,3798	0,0402	0,0626
(a)	manganês	x	ferro	0,6867	-0,0158	1,0562
(b)	manganês	x	ferro	0,6339	-0,0075	0,8610
Espécie: Galactia						
(a)	manganês	x	cálcio	0,1892	0,6845	-0,0160
(b)	manganês	x	magnésio	0,1750	0,1087	0,1255
(a)	manganês	x	ferro	0,6062	-0,0928	3,0249
(b)	manganês	x	ferro	0,6280	-0,0252	1,2872
Espécie: Soja perene						
(a)	manganês	x	cálcio	0,2040	0,7028	-0,0264
(a)	manganês	x	magnésio	0,3372	-0,1449	0,1630
(b)	manganês	x	magnésio	0,2255	0,0463	0,0893
(b)	manganês	x	ferro	0,6051	-0,0384	1,4528

### 5.2.5 - Zinco

Solo Podzólico Vermelho Amarelo (Tabela 32):

#### Diminuição:

Menos nitrogênio (siratro e soja perene), menos fósforo (soja perene), menos potássio, menos enxofre, menos magnésio (soja perene), menos micronutrientes, testemunha (galactia e soja perene).

#### Aumento:

Menos calagem (siratro e galactia), menos potássio (siratro), menos cálcio e calagem (siratro e galactia).

Solo Areias Quartzosas Distrófica (Tabela 33):

#### Diminuição:

Menos nitrogênio (soja perene), menos fósforo (siratro), menos enxofre, menos micronutrientes (soja perene), testemunha.

#### Aumento:

Menos calagem e menos cálcio e calagem.

A variação que apresenta maior consistência é a causada pela omissão de calagem e do cálcio e calagem: sabe-se que a elevação de uma unidade do pH provoca diminuição na concentração do zinco na solução do solo. Embora a falta de fósforo tivesse causado grande redução do crescimento no caso do solo Areias Quartzosas Distrófica, não se constatou aumento no teor de zinco por efeito de concentração, houve diminuição.

Assim, a falta de fósforo, ao que parece, limitaria fortemente a absorção do zinco.

Algumas correlações entre os teores de zinco com nitrogênio, fósforo, magnésio, boro e ferro são dados na Tabela 34.

A Tabela 34 mostra que nos solos Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas Distrófica houve correlação positiva e significativa a 5% de probabilidade entre os teores de zinco e nitrogênio, zinco e enxofre, zinco e boro, zinco e ferro, zinco e fósforo, nas folhas do siratro, galactia e soja perene. Portanto, à medida que aumentava o teor de nitrogênio, fósforo, enxofre, boro e ferro aumentava a absorção de zinco. BORGES (1973) determinou a correlação linear entre zinco e nitrogênio e zinco e enxofre, na soja. MATTOS (1972) mostrou uma interdependência dos elementos zinco e fósforo, zinco e boro, zinco e ferro, no siratro.

TABELA 32 - Teor em ppm e quantidade total extraída de zinco contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Podzólico Vermelho Amarelo

Tratamento	Caule			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene	Sira- tro	Galac- tia	Soja perene
Completo	41 d	25 c	42 a	67 b	44 de	87 b	52 d	37 d	56 a	53 d	41 de	64 a	0,921 a	0,956 b	0,922 a
- Calagem	67 a	41 a	41 a	75 a	54 b	93 a	70 a	48 b	54 b	68 a	52 b	55 b	1,110 a	1,125 a	0,891 a
- N	45 d	26 c	21 c	49 e	46 cd	52 f	46 e	36 d	33 d	46 f	37 f	35 e	0,990 a	0,627 d	0,429 d
- P	55 b	21 d	33 b	63 c	54 b	75 c	57 c	39 cd	50 b	57 c	46 c	49 cd	0,833 ab	0,597 d	0,729 bc
- K	54 b	21 d	35 b	57 d	49 c	58 e	55 c	36 d	45 c	56 c	41 de	46 d	0,633 bc	0,506 e	0,623 c
- Ca • Cal.	53 bc	41 a	45 a	70 b	66 a	94 a	60 b	54 a	66 a	66 b	59 a	68 a	0,562 bc	0,784 c	0,792 ab
- S	56 b	33 b	34 b	59 cd	46 cd	63 d	57 c	40 c	46 c	57 c	45 c	46 d	0,397 c	0,783 c	0,699 bc
- Mg	49 c	32 b	35 b	55 d	41 e	74 c	52 d	37 d	52 b	53 d	42 d	51 bc	0,650 bc	0,838 c	0,806 ab
- Micro	21 e	16 e	20 c	40 f	37 f	39 g	30 f	29 e	31 d	32 g	33 g	34 e	0,659 bc	0,447 e	0,311 de
Testemunha	57 b	27 c	18 c	44 f	32 g	26 h	51 d	30 e	22 e	50 e	38 ef	23 f	0,598 bc	0,282 f	0,238 e
C.V. (%)	3,70	5,01	8,51	3,21	3,54	1,60	2,00	3,32	4,30	1,67	2,70	4,16	15,36	5,48	8,67
S	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,0009	0,001	0,001	0,0001	0,0008	0,0005
X̄	50	28	33	58	47	66	53	38	46	54	44	47	0,734	0,694	0,644
F	88,19	67,67	24,05	69,97	65,34	923,79	180,74	70,13	102,18	251,24	78,34	95,35	7,46	87,29	36,92



TABELA 33 - Teor em ppm e quantidade total extraída de zinco contida na matéria seca, em diversas partes da planta do siratro, galactia e soja perene no solo Areias Quartzosas Distrófica

Tratamento	Caulo			Folha			Parte aérea da planta			Total da planta			Quantidade total (mg)		
	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene	Sira-tro	Galac-tia	Soja perene
Completo	63 ab	20 cd	34 c	74 ab	50 b	74 b	68 ab	37 bc	53 b	65 ab	40 bc	55 b	0,608 bc	0,774 ef	1,158 b
- Calagem	76 a	59 a	82 a	96 a	98 a	92 a	85 a	81 a	87 a	87 a	82 a	89 a	1,069 a	2,421 a	1,822 a
- N	58 ab	26 cd	34 c	65 ab	46 b	54 d	61abc	37 bc	45 c	63abc	43 bc	47 c	0,434 de	0,897 e	0,765 d
- P	34 b	12 de	---	33 bc	25 bc	---	33 bc	18 cd	---	32 bc	23 bc	---	0,047 g	0,014 h	---
- K	57 ab	30 c	34 c	60abc	46 b	65 c	59abc	39 bc	50 b	60abc	41 bc	51 bc	0,332 ef	0,724 f	0,843 c
- Ca · Cal.	82 a	67 a	69 b	92 a	93 a	94 a	86 a	82 a	84 a	87 a	84 a	86 a	0,707 b	2,204 b	0,432 f
- S	70 ab	22 cd	26 d	58abc	50 b	45 e	66 ab	38 bc	36 d	67 ab	44 bc	39 d	0,549 cd	1,071 d	0,603 e
- Mg	54 ab	45 b	26 d	65 ab	52 b	65 c	59abc	49 b	49 bc	62abc	53 ab	50 bc	0,754 b	1,740 c	0,397 f
- Micro	37 b	13 de	27 d	45 bc	36 bc	42 e	40 bc	27bcd	35 d	43 bc	31 bc	36 d	0,211 f	0,545 g	0,213 g
Testemunha	32 b	5 e	---	20 c	11 c	---	26 c	8 d	---	25 c	19 c	---	0,017 g	0,013 h	---
C. V. (%)	27,46	20,68	3,21	28,75	24,65	3,20	25,70	21,89	4,57	26,68	29,32	3,74	13,71	5,39	4,94
S	0,015	0,006	0,001	0,017	0,012	0,001	0,015	0,009	0,002	0,015	0,013	0,001	0,00006	0,00005	0,00003
$\bar{X}$	56	30	33	61	51	53	58	42	44	59	46	45	0,473	1,040	6,233
F	2,53	21,33	1167,09	3,67	9,04	742,54	3,27	13,59	414,93	3,36	5,27	610,69	52,39	444,23	661,74

TABELA 34 - Coeficiente de correlações lineares entre os teores de zinco com fósforo, nitrogênio, magnésio, boro e ferro nas folhas do siratro, galactia e soja perene nos solos (a) Podzólico Vermelho Amarelo e (b) Areias Quartzosas Distróficas

Solo	Correlação entre		$r^2$	Estimativa dos Parâmetros da equação ( $y = a + bx$ )	
	Y	X		$\hat{a}$	$\hat{b}$
Espécie: Siratro					
(b)	zinco	x magnésio	0,5187	0,0191	0,0105
(a)	zinco	x nitrogênio	0,6683	0,0101	0,0012
(b)	zinco	x nitrogênio	0,7962	-0,0004	0,0017
(a)	zinco	x boro	0,7645	0,0248	0,0675
(b)	zinco	x boro	0,7085	0,0255	0,1225
(a)	zinco	x ferro	0,8543	0,0158	1,0787
(b)	zinco	x ferro	0,9402	-0,0003	0,1554
Espécie: Galactia					
(b)	zinco	x nitrogênio	0,6638	-0,0006	0,0022
(a)	zinco	x magnésio	0,1802	0,0037	0,0050
(b)	zinco	x magnésio	0,3148	0,0246	0,1556
(a)	zinco	x boro	0,7307	0,0023	0,1071
(b)	zinco	x boro	0,7132	0,0231	0,0870
(a)	zinco	x ferro	0,7049	0,0231	1,4030
(b)	zinco	x ferro	0,8799	-0,0011	0,1408
Espécie: Soja perene					
(a)	zinco	x nitrogênio	0,8087	-0,0043	0,0029
(b)	zinco	x magnésio	0,6253	0,0131	0,0146
(b)	zinco	x nitrogênio	0,8054	-0,0001	0,0017
(a)	zinco	x fósforo	0,7284	0,0003	0,0218
(b)	zinco	x enxofre	0,8384	0,0007	0,0318
(a)	zinco	x boro	0,8171	-0,0006	2,9700
(b)	zinco	x boro	0,8991	-0,0004	3,6147
(a)	zinco	x ferro	0,8417	-0,0004	0,1489
(b)	zinco	x ferro	0,9557	-0,0002	0,1381

Os dados analíticos permitem aceitar-se os valores encontrados na Tabela 35 como indicadores de nutrição adequada nos micronutrientes das leguminosas estudadas.

TABELA 35 - Teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea considerados adequados

Elemento (ppm)	Siratiro	Galactia	Soja perene
Boro (B)	15 - 20	10 - 20	15 - 20
Cobre (Cu)	10	10 - 15	10 - 15
Ferro (Fe)	300 - 500	400 - 500	400 - 500
Manganês (Mn)	100 - 200	100 - 200	150 - 250
Zinco (Zn)	30 - 60	40 - 50	35 - 55

### 5.3 - Comportamento das Espécies

#### 5.3.1 - Solo Podzólico Vermelho Amarelo

O efeito da omissão de nutrientes, no desenvolvimento das três espécies, foi medido através do peso da matéria seca total em cada solo e espécie.

A Tabela 36 mostra os dados obtidos e parte da análise de variância por espécie em função dos tratamentos.

Observando-se a Tabela 36 verifica-se que houve diminuição na produção da matéria seca, em comparação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

##### Siratro:

Menos potássio, menos cálcio e calagem, menos magnésio, menos enxofre e testemunha.

##### Galactia:

Menos nitrogênio, menos fósforo, menos potássio, menos cálcio e calagem, menos magnésio, menos enxofre, menos micronutrientes e testemunha.

##### Soja perene:

Menos cálcio e calagem, menos micronutrientes e testemunha.

Vários trabalhos realizados em clima tropicais, com diversas leguminosas forrageiras mostram que a aplicação de potássio não afeta a produção da matéria-seca (ANDREW e ROBINS, 1959 ; FRANÇA e CARVALHO, 1970 ; JONES *et alii*, 1970).

Por outro lado, FRANCO e DÖBEREINER (1970), verificaram que a aplicação de potássio causou diminuição na produção de matéria seca. Comparando os resultados das três espécies, observa-se que a soja perene não foi afetada pela omissão de potássio, possivelmente por ter maior capacidade de extração do elemento no solo (Tabela 9).

FRANÇA e CARVALHO (1970) trabalhando com seis leguminosas de clima tropical, em casa-de-vegetação, num Latossolo Vermelho fase "cerrado", verificaram que a ausência de calagem determinou em todas as leguminosas, uma diminuição na matéria seca e na fixação de nitrogênio. No caso presente, apenas o siratro não sofreu redução no teor de nitrogênio em relação ao tratamento completo, sugerindo maior tolerância à acidez.

EIRA *et alii* (1970) verificaram num experimento em casa-de-vegetação, utilizando solo Podzólico Vermelho Amarelo, que a adição de magnésio aumentou a produção da matéria-seca e o teor de nitrogênio do siratro e soja perene. No presente trabalho, a omissão de magnésio resultou em uma menor produção de matéria seca no siratro e galactia quando comparados ao tratamento completo; o mesmo não ocorreu na soja perene. No mesmo tratamento o teor de nitrogênio da galactia aumentou significativamente em relação ao completo; porém, nas outras duas espécies a concentração de nitrogênio diminuiu, parece ter ocorrido fixação simbiótica insuficiente, ocasionando abaixamento no teor de nitrogênio (Tabela 18) no caso do siratro. Os resultados referente à soja perene e

ã galactia podem estar relacionados ao fenômeno de diluição.

A omissão de enxofre resultou na diminuição da produção da matéria seca no siratro e na galactia em relação ao tratamento completo, o que concorda com os resultados obtidos por JONES *et alii* (1970) os quais, verificaram um aumento na produção da matéria seca pela adição desse elemento. A soja perene não sofreu redução na produção da matéria seca, provavelmente, porque o solo forneceu em quantidade suficiente.

No tratamento menos nitrogênio houve uma redução significativa na produção da matéria seca na galactia, o que não ocorreu no caso da soja perene e siratro quando comparadas ao tratamento completo. Isto indica que a soja perene e o siratro foram menos exigentes em nitrogênio adicionado do que a galactia nas condições deste ensaio. Isto sugere também, que estas espécies apresentaram maior capacidade de fixação simbiótica ou aproveitamento do solo ou ambas as coisas.

No tratamento menos micronutrientes não houve alteração na produção da matéria seca no siratro ; contudo, ocorreu redução na galactia e na soja perene, em relação ao tratamento completo. Os resultados obtidos na galactia e soja perene estão de acordo com JONES *et alii* (1969) , JONES e FREITAS (1970) e QUAGLIATO e JONES (1970) que obtiveram decréscimo na produção da matéria seca na soja perene quando houve omissão de boro, ferro e zinco, respectivamente. Nes-

te tratamento o siratro mostrou-se com maior capacidade de extração dos elementos do solo que a galactia e a soja perene (Tabelas 21 , 26 e 32).

A Tabela 36 mostra na parte aérea, que no tratamento completo a produção da matéria seca foi maior na galactia. Esta por sua vez, apresentou diminuição dos teores dos ele - mentos analisados, em relação as outras duas espécies, exce - to no caso do cálcio e boro (Tabelas 12 e 21), o que sugere maior eficiência de utilização daqueles elementos.

As exigências nutricionais para desenvolvimento na parte aérea, obedeceu à seguinte ordem decrescente:

Siratro:

K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Zn > Cu > B

Galactia:

K > N > Ca > P > S > Mg > Fe > Mn > Zn > B > Cu

Soja perene:

K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu

TABELA 36 - Resultado médio da análise da matéria seca total de cada solo e espécie com duas repetições. (grama)

Tratamentos	Solo Podzólico Vermelho Amarelo		
	Espécies		
	Siratiro	Galactia	Soja perene
1 - Completo	17,155 abc	22,900 a	14,245 abc
2 - Menos calagem	16,070 bcd	21,375 ab	16,120 a
3 - Menos nitrogênio	21,115 a	16,695 c	11,990 cde
4 - Menos fósforo	14,430 cde	12,730 d	14,580 ab
5 - Menos potássio	11,125 efg	12,130 d	13,420 bcd
6 - Menos cálcio e calagem	8,490 fg	13,195 d	11,565 de
7 - Menos magnésio	12,055 def	19,700 b	15,555 ab
8 - Menos enxofre	6,925 g	17,350 c	15,075 ab
9 - Menos micronutriente	20,545 ab	13,185 d	9,060 f
10 - Testemunha	11,890 deg	7,260 e	10,055 ef
C. V. (%)	14,10	5,64	7,49
$\bar{X}$	13,98	15,65	13,16
F	11,71 **	59,55 **	11,83 **

Continua ...



TABELA 36 - Continuação

Tratamentos	Solo Areias Quartzosas Distrófica		
	Espécies		
	Siratiro	Galactia	Soja perene
1 - Completo	9,360 b	19,280 f	21,760 a
2 - Menos calagem	12,020 a	29,230 b	20,440 a
3 - Menos nitrogênio	6,850 cd	20,690 e	16,000 b
4 - Menos fósforo	1,080 f	0,570 h	0,140 e
5 - Menos potássio	5,470 de	15,590 g	16,460 b
6 - Menos cálcio e calagem	8,040 bc	26,140 c	4,970 d
7 - Menos magnésio	12,000 a	32,340 a	7,840 c
8 - Menos enxofre	8,130 bc	24,010 d	15,240 b
9 - Menos micronutriente	4,850 e	17,520 g	5,810 d
10 - Testemunha	0,640 f	0,580 h	0,100 e
C. V. (%)	12,41	3,39	8,25
$\bar{X}$	6,84	18,59	10,76
F	43,58 **	571,43 **	162,10 **

### 5.3.2 - Solo Areias Quartzosas Distrôfica

Tomando-se o mesmo tipo de avaliação para os dados obtidos com o solo Areias Quartzosas Distrôfica (Tabela 36), verifica-se que:

- 1 - Houve redução na matéria seca em relação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

#### Siratro:

Menos nitrogênio, menos potássio, menos micronutrientes, menos fósforo e testemunha;

#### Galactia:

Menos micronutrientes, menos potássio, testemunha e menos fósforo;

#### Soja perene:

Menos potássio, menos micronutrientes, menos enxofre, menos magnésio, menos cálcio e calagem, menos fósforo e testemunha.

Houve diminuição da produção da matéria seca nas três espécies no tratamento menos fósforo, mostrando que o elemento em questão, foi o principal limitante da produção de matéria seca, quando comparadas ao tratamento completo. A ausência de fósforo do solo não compensada pela adubação, foi responsável pela redução apontada no teor do elemento nas plantas (Tabela 7)

Diversos trabalhos executados com leguminosas forrageiras, mostraram que a ausência de fósforo foi o fator que mais limitou a produção da matéria seca, reduzindo também a

quantidade de nitrogênio da mesma (McCLUNG *et alii*, 1962 e WERNER *et alii*, 1967).

Outros trabalhos experimentais em leguminosas, incluindo a soja perene e o siratro, nos mais variados tipos de solos, mostraram que a aplicação do fósforo incrementa a produção de matéria seca e a concentração de nitrogênio (ABRUÑA e FIGARELLA, 1957 ; NEME e NERY, 1965 ; ANDREW e ROBBINS, 1969 ; EIRA *et alii*, 1970 e JONES *et alii*, 1970).

MATTOS (1972) ressalta também a importância do fósforo, frisando que esgotadas as reservas provenientes das sementes, as plântulas originadas das reservas, não conseguem sobreviver na ausência deste elemento.

MALAVOLTA (1976) relata ainda que o fósforo é o elemento mais limitante das culturas anuais, sendo comum em solos brasileiros encontrar-se teores abaixo de 10 ppm.

2 - Houve aumento na matéria seca em comparação ao tratamento completo, nos seguintes casos:

Siratro:

Menos calagem e menos magnésio, porém, não diferiram entre si;

Galactia:

Menos magnésio, menos calagem, menos cálcio e calagem, menos enxofre e menos nitrogênio.

A Tabela 36 mostra na parte aérea, que a soja perene apresentou maior produção da matéria seca no tratamento completo. Por outro lado, o siratro mostrou-se com menor produ

ção e apresentou teores mais elevados dos elementos analisados, exceto nos casos do potássio, cálcio e manganês (Tabelas 10 , 13 e 30).

As exigências nutricionais para o seu desenvolvimento na parte aérea, obedeceu a seguinte ordem decrescente:

Siratro:

$K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Mg > Zn > B > Cu$

Galactia:

$K > N > Ca > P > S > Mg > Fe > Mn > Zn > B > Cu$

Soja perene:

$K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > B > Cu .$

TABELA 37 - Análises químicas dos solos após a colheita

Elementos	e . miligramas / 100 gramas de solo							
	pH	% C	P <sub>04</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>-</sup>
a) Solo Podzólico Vermelho Amarelo								
Completo	5,9	0,63	1,32	0,52	3,73	0,37	0,14	2,74
Menos calagem	5,2	0,62	1,34	0,50	2,48	0,40	0,35	4,00
Menos nitrogênio	6,3	0,64	0,97	0,62	4,21	0,42	0,16	2,10
Menos fósforo	6,5	0,64	0,28	0,51	4,24	0,29	0,09	1,44
Menos micronutrientes	6,3	0,69	1,24	0,64	4,24	0,32	0,14	2,24
Testemunha	5,4	0,63	0,20	0,08	2,98	0,24	0,15	2,56
b) Solo Areias Quartzosas Distróficas								
Completo	6,3	0,58	0,67	0,38	3,60	0,34	0,11	2,45
Menos calagem	4,8	0,39	0,78	0,22	1,09	0,24	0,85	4,40
Menos nitrogênio	5,9	0,46	0,73	0,55	2,76	0,43	0,15	2,67
Menos fósforo	5,7	0,57	0,04	0,64	3,09	0,37	0,11	2,22
Menos micronutrientes	5,9	0,50	0,49	0,62	3,41	0,29	0,13	2,88
Testemunha	4,7	0,52	0,21	0,23	0,74	0,32	1,13	4,10

## 6 - CONCLUSÕES

Nas condições experimentais, foi possível obter as seguintes conclusões:

### a) Solo Podzólico Vermelho Amarelo

Os tratamentos afetaram a produção da matéria seca na seguinte ordem decrescente:

#### Siratro:

Menos nitrogênio = menos micronutrientes = completo  
= menos calagem = menos fósforo > menos magnésio = testemunha  
= menos potássio = menos cálcio e calagem = menos enxofre.

#### Galactia:

Completo = menos calagem > menos magnésio > menos  
enxofre = menos nitrogênio > menos micronutrientes = menos  
cálcio e calagem = menos fósforo = menos potássio > testemunha.

Soja perene:

Menos calagem = menos magnésio = menos enxofre = menos fósforo = completo = menos potássio = menos cálcio e calagem > testemunha = menos micronutrientes.

b) Solo Areias Quartzosas Distróficas

A produção foi influenciado pelos tratamentos na seguinte ordem decrescente:

Siratro:

Menos calagem = menos magnésio > completo = menos enxofre = menos cálcio e calagem > menos nitrogênio = menos potássio > menos micronutrientes > menos fósforo = testemunha.

Galactia:

Menos magnésio > menos calagem > menos cálcio e calagem > menos enxofre > menos nitrogênio > completo > menos micronutrientes = menos potássio > testemunha = menos fósforo.

Soja perene:

Completo = menos calagem > menos potássio = menos nitrogênio = menos enxofre > menos magnésio > menos micronutrientes = menos cálcio e calagem > menos fósforo = testemunha.

c) As exigências de macronutrientes obedeceram nos dois solos à seguinte ordem decrescente:

Siratro:  $K > N > Ca > P > Mg > S$  ;

Galactia:  $K > N > Ca > Mg \text{ ou } P > P \text{ ou } S > S \text{ ou } Mg$  ;

Soja perene:  $K > N > Ca > P \text{ ou } Mg > Mg \text{ ou } S > P \text{ ou } S$  .

d) Os micronutrientes mostraram ser exigidas pelas três espécies e nos dois solos, como se segue:

$$\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu} .$$

e) As estimativas das quantidades de nutrientes extraídas por hectare (média dos dois solos) pelas três espécies e com base nos teores encontrados na matéria seca do tratamento, estão na Tabela 38.



TABELA 38 - Quantidade de nutrientes extraídas na matéria seca (tratamento completo), por hectare, na média dos dois solos no siratro, galactia e soja perene

Elemento	Espécies		
	Siratro	Galactia	Soja perene
	Macronutrientes (kg/ha)		
Nitrogênio (N)	137	146	160
Fósforo (P)	15	12	14
Potássio (K)	229	297	288
Cálcio (Ca)	64	114	119
Enxofre (S)	9	10	11
Magnésio (Mg)	10	9	12
	Micronutrientes (g / ha)		
Boro (B)	68	111	100
Cobre (Cu)	54	68	63
Ferro (Fe)	2.346	3.507	3.858
Manganês (Mn)	2.698	1.189	989
Zinco (Zn)	241	272	328

## 1 - SUMMARY

The purpose of the present work was to study the mineral nutrition and fertilization of three legumes in two types of soil of the State of São Paulo. The legumes studied were: Siratro (*Macropitilium atroporpureum*) , Galactia (*Galactia striata*) and Soja perene (*Glycine wightii*). Soil types were: red yellow podzol and dystrophic quartz sand, collected at Araçatuba and São Pedro, respectively.

The experiment, carried out in a greenhouse obeying the randomized block design, had the following ten treatments: complete , without lime , mines nitrogen , mines phosphorus , mines potassium , mines calcium and lime , mines sulfur , mines magnesium , mines micronutrients , and control.

Seeding was done 10.10.76 , the lime application 30 days after, and harvesting at 01.05.77.

Dry matter production of the stems and leaves was determined, and ground samples of the material were used for the chemical determination of macro and micronutrients.

A marked reduction in dry matter was observed for all legumes in both types of soil, for the treatments mines sulfur, mines calcium and lime, mines potassium, mines phosphorus and mines micronutrients. Smaller reduction was observed in the other treatments.

The analysis of the tops of the plants of the complete treatments showed the following results:

Red Yellow Podzol Soil:

- a) Siratro: N - 3,40% ; P - 0,38% ; K - 5,85% ; Ca - 1,63% ; S - 0,22% ; Mg - 0,25% ; B - 17 ppm ; Cu - 10 ppm ; Fe - 462 ppm ; Mn - 343 ppm ; Zn - 52 ppm.
- b) Galactia: N - 1,89% ; P - 0,18% ; K - 4,39% ; Ca - 1,84% ; S - 0,13% ; Mg - 0,19% ; B - 18 ppm ; Cu - 6 ppm ; Fe - 370 ppm ; Mn - 146 ppm ; Zn - 37 ppm.
- c) Soja perene: N - 3,17% ; P - 0,34% ; K - 4,39% ; Ca - 1,69% ; S - 0,17% ; Mg - 0,19% ; B - 25 ppm ; Cu - 9 ppm ; Fe - 543 ppm ; Mn - 255 ppm ; Zn - 66 ppm.

Distrophic Quartz Sand Soil:

- a) Siratro: N - 3,27% ; P - 0,30% ; K - 4,88% ; Ca - 1,66% ;  
S - 0,23% ; Mg - 0,27% ; B - 15 ppm ; Cu - 14  
ppm ; Fe - 546 ppm ; Mn - 115 ppm ; Zn - 37 ppm.
- b) Galactia: N - 2,46% ; P - 0,19% ; K - 4,70% ; Ca - 1,69% ;  
S - 0,17% ; Mg - 0,12% ; B - 16 ppm ; Cu - 11  
ppm ; Fe - 446 ppm ; Mn - 153 ppm ; Zn - 37 ppm.
- c) Soja perene: N - 2,74% ; P - 0,20% ; K - 5,02% ; Ca -  
1,76% ; S - 0,21% ; Mg - 0,26% ; B - 14 ppm ;  
Cu - 9 ppm ; Fe - 503 ppm ; Mn - 125 ppm ;  
Zn - 53 ppm

The average production of dry matter evaluated  
for the complete treatment was:

Red Yelow Podzol Soil:

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1 - Siratro:     | 5,463 (T/ha) |
| 2 - Galactia:    | 7,292 (T/ha) |
| 3 - Soja perene: | 4,436 (T/ha) |

Distrophic Quartz Sand Soil:

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1 - Siratro:     | 2,980 (T/ha) |
| 2 - Galactia:    | 6,140 (T/ha) |
| 3 - Soja perene: | 6,929 (T/ha) |

## 8 - BIBLIOGRAFIA

- ABRUÑA, F. e J. FIGARELA, 1957. Some effects of calcium and phosphorus fertilization on the yield and composition of a tropical Kudzu grass pasture. J. Agric. Univ. Puerto Rico, 41: 231-5.
- AIDAR, H. D. ; L. ALMEIDA e P. A. EIRA, 1970. Respostas de três leguminosas tropicais à nodulação em um solo com pH elevado no Estado do Espírito Santo. V.<sup>a</sup> Reunião Latinoamericana de Rhizobium. São Paulo. Departamento de Produção Animal, 125+138.
- ALBA, J., 1961. Carências minerais do animal que vive de pastoreio. In: Fundamentos de Manejo de Pastagens. São Paulo. Departamento de Produção Animal, 157-168.
- ANDREW, C. S., 1962. Influence of nutrition fixation and growth of legumes. In: A Review of Nitrogen in the Tropics with Particular Reference to Pasture. Hunlay, Berks. Common. Bur. Past. Fld. Crops. (Bulletin, 46).
- ANDREW, C. S. e E. F. HENZELL, 1964. Bull. 47. Comm. Bur. Past. Field Crops. Londres.

- ANDREW, C. S. e D. O. NORRIS, 1961. Comparative response to calcium of five tropical and four temperate pasture legume species. Aust. J. Agric. Rev., Melbourne, Vic., 12: 48-55.
- ANDREW, C. S. e M. F. ROBBINS, 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. II. Nitrogen, calcium, magnesium, potassium and sodium contents. August. J. Agric. Rev., 20: 675-85.
- BAHIA, F. G. F. T. C., 1972. Absorção do zinco em relação à adubação fosfatada e a calagem em dois solos de Minas Gerais. Viçosa. U.F.M.G., Viçosa, 130 p. (Tese de Mestrado).
- BINGHAN, F. T., 1963. Ration between phosphorus and micronutrients in plants. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer., 27: 389-391.
- BOAWN, L. C. ; F. G. VIETZ Jr. e C. L. CRAWFORD, 1954. Effects of phosphate fertilizers on zinc nutrition of field beans. Soil Science, 78(1): 1-7.
- BLASER, R. E., 1964. Symposium on forage utilization. Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. J. Anim. Sci., 23: 246-253.
- BRASIL SOB<sup>o</sup>, M. O. C., 1965. Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo. Piracicaba. ESALQ/USP, 92 p.

- BRAZÓN, C. A. A., 1971. Efeitos de aplicação de calcário , fósforo, potássio e inoculante sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de *Phaseolus atropurpureus* DC. cv. Siratro. Piracicaba, ESALQ/USP. 61 p. (Tese de Mestrado).
- BRITO, D. P. P. S. ; A. F. CASTRO ; W. MENDES ; A. JACCOUD ; D. P. RAMOS e F. A. COSTA, 1971. Estudo das reações a micronutrientes em Latossolo Vermelho-Escuro sob vegetação de cerrado. Pesq. Agropec. Bras. Rio de Janeiro , 6: 17-22. Série Agronomia.
- BROWN, J. C. e L. O. TIFFIN, 1962. Zinc deficiency and iron chlorosis dependent on the plants species and nutrient balance in Tulare clay. Agron. J., 54(4): 356-358.
- BURKERSRODA, K. W. van, 1965. Fertilizing maize in Rhodesia. Bett. Crop., 49(4): 6-13.
- CALTON, W. E., 1959. Generalization on some Tanganika. Soil data. J. Soil. Sci., 10: 169-176.
- CARO-COSTA, R. ; F. ABRUÑA e J. VICENTE-CHANDLER, 1972.a. Comparation of heavy fertilized pangola and star in terma beef production and carrying capacity in the humid mountain region of Puerto Rico. The Journ. of Agric. of the Univ. of Puerto Rico, 56: 104-109.
- CARO-COSTA, R. ; F. ABRUÑA e J. VICENTE-CHANDLER, 1972.b. Effect of four levels of fertilization on beef prodution carrying capacity of pangola grass pasture in the humid mountain region of Puerto Rico. The Journ. of Agric. of the Univ. of Puerto Rico, 56: 219-222.

- CARVALHO, M. M. ; G. E. FRANÇA ; A. F. C. BAHIA Fº e O. L. MOZ ZER, 1970. Ensaio de fertilização de seis leguminosas tropicais em um Latossol Vermelho-Escuro, fase cerrado. V.ª Reunião Latinoamericana de Rhizobium. Rio de Janeiro, GB. 6 fls.
- CATANI, R. A. e A. O. JACINTHO, 1974. Boletim Técnico-Científico nº 37. E. S. A. "Luiz de Queiroz". USP. Piracicaba, São Paulo.
- CORSI, M. ; V. P. FARIA e A. M. PEIXOTO, 1974. Comportamento do capim napier sob pastejo rotativo. Anais da XI Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 231.
- DECHEVA, R. ; G. ZOLOTOVICH e D. KOSSEVA, 1970. Effect of mineral elements on nitrogen, phosphorus, potassium, amino and sugar content in (*Rosa damascena* Mill). C. R. Acad. Sci. Horticultural Abstrat., 40(2): 841.
- DIJKSHOORN, W. ; J. S. A. SUJINO e M. ISMUNADJI, 1974. Potassium uptake by rice plants and interaction with other cation. Plant. and Soil, 40: 525-534.
- DÖBEREINER, J. e R. ALVAYDO, 1963. Toxidez de manganês em solo "Ecologia". IXº Congresso Bras. Cienc. Solo. Fortaleza, Ceará.
- DÖBEREINER, J. e R. ALVAYDO, 1966. Eliminação da toxidez de manganês pela matéria orgânica em solo "Gray hidromórfico". Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB, 1: 243-48.



- DÖBEREINER, J. e S. ARANOVICH, 1965. Efeito da calagem da temperatura do solo na fixação de nitrogênio de *Centrosema pubescens*, Benth, em solo com toxidez de manganês. In: IXº Congresso Internacional de Pastagens. São Paulo, Brasil. 1965. Anais. São Paulo. Departamento de Produção Animal. Vol. 2 , 1121-42.
- DÖBEREINER, J. e N. B. ARRUDA, 1967. Inter-relações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* L.). Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB., 2: 275-87.
- DRAKE, M. J., 1957. Cation exchanges capacity of plants roots. Soil Sci., 72: 139-147.
- EIRA, P. A. ; D. L. ALMEIDA e W. C. SILVA, 1970. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo. In: V.ª Reunião Latino Americana de Rhizobium. Rio de Janeiro, GB. Brasil. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul. 23 fls.
- EMBLETON, T. W., 1966. Magnesium. In: H. D. Chapman. Diagnostic criteria for plants and soil. Ed. Berkley. Univ. of California. 225-263.
- EPSTEIN, E., 1975. Nutrição mineral das plantas. Tradução e Notas de E. Malavolta. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos. São Paulo. Ed. Univ. São Paulo. 241 p.
- EVANS, H., 1961. A guide to the interpretation of nutritional diagnostic analysis of sugarcane in British Guiana. Sugar Journal, 23: 8-16.

- FLEMING, G. A., 1965. Trace elements in plants with particular reference to pasture species. Outlook on Agric., Braeknell Berks, IV: 270-285.
- FRANCO, A. A. e J. DÖBEREINER, 1970. Toxicidade de manganês de solos ácidos na simbiose da soja *Rhizobium*. In: Reunião Latino Americana sobre Inoculantes para Leguminosas. IV. Porto Alegre, Brasil. 1968. Anais. Faculdade de Agronomia e Veterinária da U.F.R.G.S. 179-208.
- FRANÇA, G. E. ; A. F. BAHIA Fº e M. M. CARVALHO, 1971. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja perene var. tinaroo (*Glycine wightii*, L.) em solo cerrado. Trabalho apresentado nº 13. Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Vitória, ES. Secretaria da Agricultura. 19 fls.
- FRANÇA, G. E. e M. M. CARVALHO, 1970. Ensaio exploratório de fertilizantes de cinco leguminosas tropicais em solo de cerrado. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB., 5: 147-53.
- FREIRE, J. R., 1969. Alguns fatores limitantes na simbiose de *Rhizobium* das leguminosas de clima temperado. Trabalho apresentado no Iº Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa. Centro de Nutrição Animal e Pastagens. 10 fls.
- FREITAS, L. M. M., 1970. Adubação de leguminosas tropicais. Trabalho apresentado na Vª Reunião Latino Americana de *Rhizobium* Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul. 28 fls.

- FREITAS, L. M. M. e P. F. PRATT, 1969. Respostas de três leguminosas e calcário em diversos solos ácidos de São Paulo. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB., 4: 89-95.
- FUDGE, B. R., 1946. Effect of application of calcium and magnesium upon absorption of potassium by citrus. Citrus Ind. 27: 5 p. .
- GALLO, J. R. ; R. HIROCE ; O. C. BATAGLIA ; P. R. FURLANI ; A. M. C. FURLANI ; H. B. MATTOS ; H. J. SARTINI e M. P. FONSECA. 1974. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. Bol. Ind. Anim., São Paulo, 31: 115-137.
- GOEPFERT, C. F., 1971. Importância do fósforo na nodulação e no rendimento da soja (*Glycine max* L.). Agron. Sulriograndense. Bol. Téc. Div. Pesq. Agric., 7: 5 p.
- GOMIDE, J. A., 1975. Adubação de Pastagens. Anais do 3º Simpósio sobre o Manejo de Pastagens. Fundação Gargill, Piracicaba, São Paulo. Brasil. 73-97.
- GOMIDE, J. A. ; C. H. NOLLER ; G. O. MOTT ; J. H. CONRAD e D. L. HILL, 1969. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plants age and nitrogen fertilization. Agron. J., Madison, 61: 120-123.
- GRIFFITH, W. K., 1974. Satisfying the nutritional requirement of established legumes. In: GRIFFITH, W. K. ; C. B. KRESGE ; A. G. MATCHES ; D. A. MAYS ; G. L. RHYKERD and W. W. WOODHOUSE ; Forage Fertilization. ASA, Madison. Wisconsin.

- GRIPP, A. e L. M. M. FREITAS, 1968. Avaliação do valor residual de duas fontes de fósforo em dois níveis de pH medido pela produção de três leguminosas cultivadas num Latossolo Vermelho-Amarelo de São Paulo. Inst. de Pesq. IRI. Relatório. 15 p.
- HALLSWORTH, E. G., 1958. Nutrition factors affecting nodulation. In: Nutrition of the legume. New York. Academic Press. 183-201.
- HUMPHREYS, L. R., 1967. Leguminosas para pastura. In: Pasturas Mejoradas para Regiones Tropicales y Subtropicales; un guia. St. Kilda, Wellman, 81 p.
- HUTTON, E. M., 1970. Tropical pasture. In: Advances in Agronomy. American Society of Agronomy, 22: 2-66. New York and London.
- ISWARAN, V. ; K. S. B. SARMA e M. CONHAIRE, 1970. Soil fertility, legumes and *Rhizobium* efficiency. First part: Introduction effect of organic matter and soil reaction. Agric. Digest. Brussels, 19: 1-19.
- JAQUES- A. V. A., 1976. Consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras. Anais do 3º Simpósio sobre o Manejo das Pastagens. Fundação Gargill. ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo., Brasil. 91-218.
- JARDIM, W. R. ; C. L. MORAIS e A. M. PEIXOTO, 1962.a. Observações sobre deficiências minerais na nutrição dos bovinos na região do Brasil Central. Piracicaba, ESALQ. Bol. Téc Cient., 13: 12-15.
- JONES, W. W., 1966. Nitrogen. In: CHAPMAN, H. D. Ed. Diagnostic Criteria for Plants and Soil. Berkeley, University of California, p. 310-323.

- JONES, M. B. ; J. L. QUAGLIATO e L. M. M. FREITAS, 1970. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais a aplicações de nutrientes minerais em três solos de campo cerrado. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB., 5: 209-14.
- JONES, M. B. e J. L. QUAGLIATO, 1965. Response of legumes to micronutrients on several soils. In: \_\_\_\_\_ Terminal Report. São Paulo, Instituto de Pesquisas IRI. AppB - Sec. 4.
- JONES, M. B. e L. M. M. FREITAS, 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num Latossolo Vermelho-Amarelo de campo de cerrado. Pesq. Agropec. Bras. Rio de Janeiro, GB., 5: 91-99.
- KHARE, N. K. e M. M. RAI, 1968. Effect of phosphorus on Symbiotic fixation of nitrogen by leguminous crop. J. Indian. Soc. Soil. Sci., 16(2): 111-114. Tropic. Abst., 24(2): 111 p.
- KOLLING, J. ; J. G. STAMMEL e E. KORNELIUS, 1974. Efeitos da calagem e da adubação fosfatada sobre a nodulação, nitrogênio total no tecido e produção de matéria seca de leguminosas forrageiras de clima tropical. Agron. Sulriograndense. Porto Alegre, 10(2): 267-80.
- KORNELIUS, E. e J. G. STAMMEL, 1973. Respostas de duas leguminosas tropicais a fósforo e calcário em um solo ácido do Rio Grande do Sul. Agron. Sulriograndense. Porto Alegre, 9(2): 177-99.
- LIMA, F. P. ; D. MARTINELLI ; H. J. SARTINI ; M. F. PARES JR. e P. BIONDI, 1969. Pastejo competitivo entre quatro gramíneas tropicais em Latossolo Roxo, na engorda de bovinos da raça nelore. Bol. da Ind. Anim., 26: 189-197.

- LOVADINI, L. A. C. e S. MIYASAKA, 1969. Adubação de leguminosas forrageiras tropicais. Iº Encontro de Técnicos da Região Centro Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa, Centro de Nutrição Animal e Pastagens. 7 p.
- LOVÉ, A., 1963. Maize nutrition. Cations requirements and potassa demand. Will Crop., 15: 373-379.
- LOWTHER, W. L. e I. R. Mc DONALD; 1973. Inoculation and pelleting of clover for oversowing. N. Z. Jour. of Exper. Agric., Mosgiel, 1: 175-179.
- LOWTHER, W. L. e J. F. LONERAGAN, 1968. Calcium and nodulation of subterrean clover. Plant Physiol., 43: 1326 - 1366.
- Mc CLUNG, A. C. ; L. M. M. FREITAS ; J. R. GALLO ; L. R. QUINN e G. O. MOTT, 1958. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. Bragantia, 17(3): 29-44.
- Mc CLUNG, A. C. e L. R. QUINN, 1959. Respostas de gramas batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxofre e fósforo. São Paulo. IBEC. Res. Inst. (Bol. nº 18).
- MALAVOLTA, E., 1953. Estudos químicos agrícolas sobre o enxofre. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", 9: 40-130.
- MALAVOLTA, E., 1967. Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubações. São Paulo, 2ª ed., Biblioteca Agronômica "Ceres". 606 p.

- MALAVOLTA, E., 1976. Manual de Química Agrícola: Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo. São Paulo. Ed. Agronômica "Ceres". 528 p.
- MALAVOLTA, E., 1978. Nutrição Mineral e Adubação da Soja. Ultrafértil. Dep. Serv. Téc. Agron., 5º Trabalho da Série. 40 p.
- MALAVOLTA, E. ; O. J. CROCOMO ; R. C. ANDRADE ; C. ALVIZURI ; R. VENCOWSKY e L. M. M. FREITAS, 1965. Estudo sobre a fertilidade dos solos de cerrados. I. Efeito da calagem na disponibilidade de fósforo. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", 22: 131-138.
- MALAVOLTA, E. ; H. P. HAAG ; F. A. F. MELLO e M. O. C. BRASIL SOBº, 1974. Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. Liv. Pioneira Editora, São Paulo, 727 p.
- MALAVOLTA, E. e O. L. GOROSTIAGA, 1974. Studies on the zinc phosphate relation ship in plants. Proc. of 7<sup>th</sup> International Colloquium on Plants Analisis and Fertilizer Problems. Hanover, p. 261-272.
- MATTOS, H. B., 1972. Efeitos da aplicação de calcários e micronutrientes sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de *Phaseolus atroporpureus* DC cv. Siratro. Piracicaba, ESALQ/USP. 117 p. (Tese de Doutorado).
- MELLO, F. A. F. ; H. P. HAAG ; M. O. C. BRASIL SOBº e H. W. S. MONTENEGRO, 1966. A relação K/Mg em plantas jovens de laranjeiras (*Citrus sinensis* L. var. P. A. C.). Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", 23: 95-107.

- MORALES, V. M. ; P. H. GRAHAM e R. CARVALLO, 1973. Influência del metodo de inoculación y el enclamiento del suelo de carimagua (*Llanor orientales*, Colômbia) en la nodulación de leguminosas. Turrialba, Turrialba, 23(3): 52-55.
- MONTEIRO, F. A., 1976. Efeitos da acidez em leguminosas forrageiras. Seminário do Curso de Pós-Graduação em "Solos e Nutrição de Plantas". ESALQ/USP. 14 p.
- NAIR, G. K. e B. V. MEHTA, 1959. Status of zinc in soils of Western India. Soil. Sci., Baltimore, 87(3): 155-159.
- NEME, N. A. e J. P. NERY, 1965. Influência dos adubos minerais e calcário na produção e composição química de leguminosas forrageiras. Anais do IXº Congresso Internacional de Pastagens. D. P. A., São Paulo, 1: 665-670.
- NORRIS, D. O., 1958. Lime in relation to the nodulation of tropical legumes. In: HALLSWORTH, E. G., Ed. Nutrition of the Legumes. New York, Academic Press, p. 16.482.
- OVERSTREET, R. e B. JACOBSON, 1952. Mechanism of ion absorption by roots. Ann. Rev. Plant Physiol., 3: 189-206.
- QUAGLIATO, J. L. e NUTI, P., 1969. Efeito de calagem e micronutrientes na produção de leguminosas forrageiras, em solos de cerrado. Iº Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa, Centro de Nutrição Animal e Pastagens. 3 p.
- QUINN, L. R. ; G. O. MOTT e W. V. A. BISSCHOFF, 1961. Fertilização de pastos de capim colômbio e produção de carne com novilhos zebú. São Paulo. IBEC. Res. Inst. (Bol. nº 24).



- ROBSON, A. D., 1970. Calcium simulation of phosphate absorption by annual legumes. August. J. Agric. Res., 21: 601-612.
- ROLT, W. F., 1968. Some effects of lime and molybdenum on the growth of white clover in Autea clay. N. Z. J. Agr. Res., 11: 193-205.
- RUSCHEL, A. P. ; D. P. P. S. BRITO e L. F. CARVALHO, 1969. Efeito do boro, molibdênio e zinco quando aplicados ao revestimento da semente na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico da soja (*Glycine max* L.) Merrill. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB., 4: 29-37.
- RUSSEL, J. S., 1966. Plants growth on a low calcium status solodic soil in subtropical enviroment. Aust. J. Agric. Res., Melbourne. Vic., 17(5): 673-86.
- SANTOS, H. L., 1971. Efeitos do zinco, boro, molibdênio e cálcium na soja perene (*Glycine javanica* L.) em solos sob vegetação de cerrados, em condições de estufa. UFMG/Viçosa, MG., 86 p. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, M. A. C., 1971. Nutrição mineral da ervilha (*Pisum sativum* L.), deficiências de macronutrientes e de boro; absorção de macro e micronutrientes. Piracicaba, ESALQ/USP, 86 p. (Dissertação de Mestrado).
- SOUTO, S. M., 1969. Estabelecimento de leguminosas forrageiras tropicais numa região da baixada fluminense. Nova Odessa. Iº Encontro de Técnicos do Centro Sul sobre Leguminosas Forrageiras, 5 p.

- SOUTO, S. M. e J. DÖBEREINER, 1969. Toxidez de manganês em leguminosas forrageiras tropicais. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB., 4: 129-138.
- SOUTO, S. M. e J. DÖBEREINER, 1969. Fixação de nitrogênio e o estabelecimento de duas variedades de soja perene (*Glycine javanica* L.) com três níveis de fósforo e de cálcio em solo com toxidez de manganês. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, GB., 4: 59-66.
- SUTMÖLLER, P. ; A. V. ABREU ; J. VAN DER GRIFT e W. G. SOM - BROEK, 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon Valley. Amsterdam, Royas Trop. Inst. (Departament of Agric. Research, Communication n° 35).
- SWFT, R. M. e E. F. SULLIVAN, 1966. Composition y valor nutritivo de los forrages. In: Forrages. 1<sup>a</sup> ed. in Espanhol, México, D. F. 59-69.
- TEIXEIRA, T., 1971. Deficiência de fósforo, cobre e cobalto em pastagens do Município de Goiás. Experimentiae, 12(3): 63-87.
- ULRICH, A. e K. OHKI, 1966. Potassium. In: H. D. CHAPMAN, ed. Diagnostic Criteria for Plants and Soils, Berkeley Univ. California. 362-393.
- VAN SCHREVEN, D. A., 1958. Some factors affecting the uptake of nitrogen by legumes. In: HALLSWOETH, E. G. Nutrition of legumes. New York, Academic Press. 137-65.
- VICENTE-CHANDLER, J., 1973. Intensive grassland management in Porto Rico. Iº Congresso Brasileiro de Forrageira. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Brasil. 10 p.

- VIDOR, C. e J. R. FREIRE, 1970. Experimento sobre o efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a fixação simbiótica do nitrogênio pela soja. V.<sup>a</sup> Reunião Latino Americana de *Rhizobium*, Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul. 5 p.
- WARNOCK, R. E., 1970. Micronutrient uptake and mobility to phosphorus induced zinc deficiency. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer., 34: 765-769.
- WERNER, J. C. e H. B. MATTOS, 1972. Estudo de nutrição do capim gordura (*Melinis minutiflora* L.). Bol. Ind. Anim., São Paulo, 29: 175-184.
- WHYTE, R. O. ; T. R. G. MOIR e J. P. COOPPER, 1959. Grasses in Agriculture. Roma Food and Agriculture Organization of the United Nation. 417 p.
- WILKSON, S. R. e G. W. LANGDALE, 1974. Fertility needs of the warm season grasses. In: GRIFFITH, W. K., *et alii*. Forages Fertilization. D. A. Mays ASA, Madison, Wisconsin. 30 p.
- WILLIAMS, W. A., 1967. The role of the leguminosae in pasture and soil improvement in the tropic. Prop. Agric. Trinidad., 44: 103-115.