

EFEITO DA FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E DA CALAGEM SOBRE O DESENVOLVIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO DE CINCO LEGUMINOSAS TROPICAIS FORRAGEIRAS

JOSÉ BONIFÁCIO DE OLIVEIRA XAVIER DE MENEZES

Orientador: Prof. Dr. JOAQUIM CARLOS WERNER

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Nutrição Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro, 1984

OFERECIMENTO

Este trabalho é dedicado

A meu *pai*, pelo vigoroso exemplo de lutador que soube dar

A minha *mãe*, pela sua infinita capacidade de amar

A minha *esposa*, pela prestimosa ajuda que me tem legado em
todas as horas.

A meus *filhos*, pelo estímulo que sempre deram a meus empre-
endimentos, por mais modestos ou ousados
que sejam.

Ao *povo brasileiro*, por seu trabalho e sacrifício que pro-
duzem os recursos que possibilitaram mi-
nha formação, meu trabalho e meu aper-
feiçoamento,

Na esperança de, com ele, estar devolvendo a to
dos um pouco do muito que tenho recebido,

AGRADECIMENTOS

- . Aos colegas do CPAC, na distante Planaltina, tanto os da equipe de Forragicultura: Abimal Gripp, Francisco Benini de Souza, Darci Tercio Gomes, Euclides Kornelius, Milton Alexandre Vargas e Nilza Mecelis, quanto os da equipe de Fertilidade de Solos: Eneas Zaborowski Galvão, Edson Lobato e Wenceslau Goeddert, que sob a direção do Dr. José Mendes Barcellos souberam desenvolver um espírito de equipe e uma mentalidade de trabalho que marcaram decisivamente nossa vida profissional e ainda puderam reunir esforços para colher e enviar - nos uma tonelada de solo.
- . Aos membros da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia, seja pelos preciosos ensinamentos oferecidos, seja pela valiosa ajuda durante a execução do experimento: na seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, ao Dr. Herbert Barbosa de Mattos, ao técnico agrícola Sr. Antonio Marco Pigato, à Laboratorista Srta Fernanda Meconi e ao Sr. Luís Murcio; na seção de Agronomia de Plantas Forrageiras ao Dr. Paulo Bardauil Alcantara, à Sra Francisca Guerra e ao Dr. José Vicente Silveira Pereira, então diretor do I.Z.

- . Ao Dr. Nuno Maria da Costa, da EPAMIG, e ao Dr. Sebastião Manhães Souto, da PESAGRO, pelo empenho na escolha e envio de sementes.
- . Ao Dr. Bernardo van Raij, pela valiosa colaboração nas análises do solo e pela paciente discussão dos parâmetros químicos do solo.
- . Ao Dr. Euripedes Malavolta, pela gentileza com que sempre se dispôs a discutir o planejamento e a execução do experimento e pela escolha e preparo cuidadosos do fosfato empregado.
- . A Dra. Johanna Döbereine¹⁴, pela idéia que, qual semente dura sob condições adversas, sobreviveu a muitas estações antes de poder, finalmente, germinar e dar frutos.
- . A todos os professores do Curso de Pós Graduação em Nutrição Animal e Pastagens, pela dedicação na árdua missão de moldar na argila informe de nossas mentes inexperientes as formas definidas da mentalidade criadora que a realidade brasileira exige cada vez mais de todos nós.
- . Ao Sr Luis Carlos Veríssimo e às Srtas Mary Ruth de Moraes e Maria Helena Burse, pela desprendida ajuda na reunião de boa parte da Bibliografia.

Aos colegas de curso Marco Antonio Oliveira e José Henrique de Albuquerque Rangel, cuja constante e laboriosa participação na condução do experimento não só tornou

possível o trabalho, como cotribuiu enormemente para a elevação de seu nível técnico.

. Aos colegas de Universidade, professores Mauro Portela Pina Rodrigues, Marinus Adrianus Sleutjes e HÉlio Ribeiro, pela fraternal ajuda que, nos aliviando de boa parte dos encargos didáticos, possibilitaram a calma indispensável para a concentração necessária na redação final do trabalho.

. Ao Dr. Joaquim Carlos Werner, pela segura e atenta maneira com que orientou o trabalho, tão crítica no planejamento quanto cuidadosa na execução, tão minuciosa na discussão dos resultados quanto paciente na redação final.

Ao Dr. Geraldo Leme da Rocha, pelo ritmo impresso ao trabalho, em prestando-lhe parte de sua preciosa experiência sempre diligente na discussão que soube plasmar tão gentil quanto firme, tão detalhista quanto abrangente, tão metódica quanto inovadora, deixando-nos imagem merecedora de grande admiração pelo técnico e de gratidão pelo homem que tivemos a valiosa oportunidade de conhecer de perto.

EFEITO DA FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E DA CALAGEM
SOBRE O DESENVOLVIMENTO EM CASA DE VEGE
TAÇÃO DE CINCO LEGUMINOSAS
TROPICAIS FORRAGEIRAS

AUTOR: *José Bonifácio de Oliveira Xavier de Menezes*

ORIENTADOR: *Joaquim Carlos Werner*

RESUMO

Visando estudar a adaptação de algumas leguminosas tropicais forrageiras a condições adversas de fertilidade, foi cultivado em casa de vegetação um Latossolo Vermelho amarelo oriundo de região de cerrados. (Planaltina, DF).

Foram aplicados tres níveis de calagem (correspondentes a 0; 1.5 e 3.0 t/ha de calcário dolomítico) combinados a 4 tratamentos de fertilização (testemunha, fosfato de Catalão com e sem enxofre e superfosfato simples). A fertilização fosfatada foi feita em nível correspondente a 150 kg/ha de P_2O_5 , considerando-se o teor total de P de cada fonte.

As leguminosas testadas foram *Stylosanthes capitata* Vog., *Calopogonium mucunoides* Desv., *Centrosema pubescens* Benth cv Deodoro, *Macroptilium atropurpureum* (D. C.) Urb, cv siratro e a *Galactia striata* (Jacq) Urb.

O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos ao acaso com parcelas subdivididas, ficando as leguminosas em parcelas, as fontes de P em subparcelas e os níveis de calagem em subsubparcelas, com três repetições.

Foram avaliados os efeitos dos tratamentos no solo através de suas principais características químicas e, nas plantas, através das produções de matéria seca a 65°C da parte aérea e de raízes, dos teores de nutrientes na parte aérea e de sua quantidade na parte aérea.

A calagem elevou o PH, neutralizou o Al trocável e reduziu a disponibilidade do P oriundo do fosfato de rocha, apesar da incubação prévia do solo com o fosfato de rocha.

Na condições do experimento ficou demonstrado o alto potencial de adaptação do capitata e do calopogonio ao solo estudado, seguidos da galactia, do siratro e da centrosema. Tomando-se o efeito médio de todas as fontes de P, encontrou-se efeito negativo da calagem sobre a produção da centrosema e positivo sobre a da galac-

tia. Tendo havido, porém, interação tripla Ca x FP x Leg, somente o seu desdobramento mostrou o efeito variado da calagem para cada leguminosa dentro das fontes de P. Destacou-se a centrosema nos tratamentos sem calagem, sendo a 1ª colocada na ausência de P (0Ca₀) e no tratamento com fosfato de rocha (FR Ca₀) e a 2ª colocada ao receber o superfosfato simples (SSCa₀).

Em função da planta escolhida, do nível de produção visado e da relação de custo entre a fonte de P e o produto colhido, a fertilização fosfatada continua sendo um atraente objeto de pesquisa e um promissor campo de realizações.

EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZATION AND LIMING
ON THE GROWTH OF FIVE TROPICAL FORAGE LEGUMES
IN A GREENHOUSE

Author: *José Bonifácio de Oliveira Xavier de Menezes*

Adviser : *Joaquim Carlos Werner*

SUMMARY

Aiming to evaluate the adaptation of some tropical forage legumes to low soil fertility conditions, they were grown in pots containing an acid Dark Red Oxisol from the "cerrado" region of Planaltina, (Federal District).

There were three liming levels, corresponding to zero; 1.5 and 3.0 t/ha of dolomitic lime, combined with four fertilizing treatments: no Phosphorus, the Catalao rock phosphate (with and without Sulfur) and single superphosphate. The P fertilization was applied on a level corresponding to 150 kg/ha of P_2O_5 , considering the total P content of each source.

The legumes tested were: Stylosanthes capitata Vog, Calopogonium mucunoides Desv., Centrosema pubescens Benth cv Deodoro, Macroptilium atropurpureus (D.C.) Urb cv siratro and Galactia striata (Jacq) Urb.

The experimental design was of randomized Blocks with a split-split-plot model, staying the legumes in plots, the P sources in subplots and the liming levels in subsubplots, under three replications.

The treatment effect in the soil was evaluated through some of its main chemical features and in the plants through the D.M. production (top parts and roots) , the nutrient concentration and content of top parts of the legumes.

Liming elevated pH, neutralized the exchangeable Aluminium and reduced the P availability from rock phosphate, even after previous soil incubation with rock phosphate.

Under the prevailing conditions it was noticeable the high growing ability of capitata and calopogonium, followed by galactia, siratro and centrosema. Paying attention to the average effect of every P source , liming had little effect on plant growth, being positive to galactia and negative to centrosema. Since the Ca x P source x Leg

interaction was significant, only its study showed the own answer of each legume to liming, under each P source.

Centrosema was noticeable with no liming. It showed the highest yield of all legumes in the treatment without P and in the treatment with rock phosphate. It was the second legume in the treatment with single superphosphate.

According to the chosen plant, the productivity level aimed and the relationship between P source costs and the value of the product to be harvested, phosphatic fertilization still is an attractive research subject and a promising field of deeds.

Í N D I C E

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. As Leguminosas. Sua importância na produção animal em pastagens	1
1.2. Os solos sob vegetação de cerrado. Sua importância e principais limitações para a produção forrageira	4
1.3. As opções de fertilização fosfatada ..	7
1.4. O variado potencial de resposta das Leguminosas forrageiras	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Calagem	11
2.1.1. A acidez e a calagem em solos tropicais. A toxidez de alumínio e a disponibilidade de nutrientes no solo	11
2.1.2. A acidez, a calagem e a disponibilidade de nutrientes para leguminosas e bactérias fixadoras de nitrogênio	13

2.2. Fertilização Fosfatada	20
2.2.1. O fósforo no solo e na planta ; , sua importância para as legumino- sas. Principais fontes e seu de- sempenho em pastagens tropicais.	20
2.2.2. O fosfato de rocha e alguns fato- res que influem no seu aproveita- mento	23
2.2.2.1. O tamanho da partícula.	23
2.2.2.2. As condições de solo:ca- lagem	24
2.2.2.3. As condições de solo:u- so de agentes acidifi- cantes	25
2.2.2.4. As plantas	27
2.3. Algumas respostas obtidas com Legumíno- sas forrageiras	28
2.3.1. O variado potencial genético a- presentado por algumas legumino- sas forrageiras nos trópicos ...	28
2.3.1.1. Adaptabilidade	28
2.3.1.2. Produção de forragem ...	31

2.3.2. Respostas ligadas à calagem	33
2.3.2.1. Com soja perene	33
2.3.2.2. Com centrosema	34
2.3.2.3. Com siratro	35
2.3.2.4. Com estilosante	36
2.3.2.5. Com as leguminosas acima es- tudadas conjuntamente	37
2.3.3. Respostas ligadas à fertilização fos- fatada	38
2.3.3.1. Papel do fósforo na produção de leguminosas forrageiras..	38
2.3.3.2. Respostas ao fósforo em pre- sença de calagem	42
3. MATERIAL E MÉTODOS	48
3.1. Generalidades	48
3.2. Variáveis estudadas	49
3.2.1. Variáveis de classificação	49
3.2.1.1. Leguminosas	49
3.2.1.2. Fontes de fósforo	51
3.2.1.3. Níveis calagem	52
3.2.2. Variáveis de resposta	52
3.2.2.1. No solo	52
3.2.2.2. Nas plantas	53

3.3. Delineamento experimental	53
3.4. Procedimento experimental	54
3.4.1. Manejo do solo e aplicação dos tratamentos	54
3.4.2. Plantio e Colheita	57
3.5. Análises Laboratoriais	59
3.5.1. De solo	59
3.5.2. Das plantas	60
3.5.2.1. Determinação de matéria seca e moagem	60
3.5.2.2. Determinação dos teores de nitrogenio	61
3.5.2.3. Determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn	61
3.6. Análise estatística	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Efeitos dos tratamentos sobre algumas ca racterísticas químicas do solo	64
4.1.1. pH	68
4.1.2. Matéria Orgânica	69

4.1.3. Alumínio trocável.....	70
4.1.4. Cálcio	73
4.1.5. Magnésio	77
4.1.6. Potássio	78
4.1.7. Fósforo	90
4.2. Efeitos dos tratamentos sobre as plan - tas	82
4.2.1. Produção de matéria seca da par te aérea	82
4.2.2. Produção de matéria seca de raí zes	95
4.2.3. Teores de nutrientes na parte aérea	108
4.2.4. Conteúdo total de nutrientes na parte aérea	131
4.2.4.1. Nitrogenio	131
4.2.4.2. Fósforo	134
4.2.4.3. Potássio	137
4.2.4.4. Cálcio	138
4.2.4.5. Magnésio	139
4.2.4.6. Cobre	141
4.2.4.7. Ferro	142
4.2.4.8. Manganês	144
4.2.4.9. Zinco	145

4.2.4.10. Correlações entre a produção de M.S. e a quantidade de nutrien- tes na parte aérea.....	146
5. CONCLUSÕES	149
6. LITERATURA CITADA	152
APÊNDICE	176

1. INTRODUÇÃO

1.1 - As Leguminosas: Sua Importância na Produção Animal em Pastagens

A superação dos fatores limitantes é uma constante na produção de alimentos e objetivo permanente dos países de agricultura avançada.

A produção de proteínas é um dos aspectos mais importantes da produção de alimentos, tanto pela qualidade que imprime aos mesmos quanto pelo custo envolvido em sua obtenção.

Aos países em desenvolvimento interessa muito produzir mais a custos compatíveis com o baixo poder aquisitivo de sua população.

A produção animal baseada em pastagens é um sistema capaz de produzir proteína de boa qualidade a baixo custo e é missão da pesquisa entender e ensinar as técnicas capazes de garantir este objetivo.

Não há proteína sem nitrogênio e o seu principal fluxo nas pastagens é feito do solo para as forrageiras e destas para o animal pastador que a transfere para os produtos animais. Sendo o N instável no complexo solo/planta sob regime intensivo de exploração e suas vias de retorno insuficientes, o solo se empobrece cada vez mais neste elemento. HENZELL (1968), comparando as três principais fontes de nitrogênio para pastagens tropicais, destaca os seguintes aspectos:

- 1º) Mesmo quando houve, no passado, acumulação de matéria orgânica no solo, nas condições predominantes nas pastagens tropicais, a liberação de nitrogênio através da mineralização da matéria orgânica é frequentemente insuficiente para atender as necessidades da produção. Só será, então, possível manter a produção em bom nível através da injeção de N no sistema através de uma das duas fontes restantes.
- 2º) As pesquisas até agora realizadas com fertilizantes nitrogenados para produção animal em pasta-

gens tropicais mostram respostas animadoras quando são usadas gramíneas adequadas (*Pennisetum*, *Panicum*, *Digitaria*, *Setaria* e *Cynodon*, por exemplo) porém a relação entre o preço pago pelo fertilizante e o obtido pelo produto animal tem sido crescentemente desfavorável, tornando esta via muito mais um ato de fé no futuro do que uma técnica econômica no presente.

3º) A fixação de nitrogênio atmosférico por leguminosas efetivamente noduladas oferece resultados variados e mensuráveis, tanto em termos forrageiros quanto em produção animal.

ROCHA *et alii* (1968) também chamam a atenção para a degradação constante das pastagens, desde a domesticação dos rebanhos (há milhares de anos atrás) e a conseqüente intensificação do pastejo, até que a introdução consciente de leguminosas por Sir Richard Weston, em 1613, na Inglaterra, demonstrou ser possível não só deter a marcha do fenômeno como até inverter o processo. Destacam ainda a importância do potencial apresentado pelas leguminosas forrageiras tropicais para a produção no "trópico biológico", onde uma gama de espécies, variedades e ecotipos oferece inúmeras e promissoras possibilidades de ob

tenção de forrageiras mais produtivas e capazes de melhor explorar variados ambientes ecológicos.

Também para WHITE *et alii* (1959), a chave da manutenção de boa produção forrageira com elevado valor nutritivo parece ser o fornecimento contínuo de adequadas quantidades de nitrogênio. Observam, ainda, que, em função da manutenção de uma consorciação eficiente no pasto, seu manejo deve estar prioritariamente voltado para o atendimento das necessidades das leguminosas, e concluem lembrando que a disponibilidade de nutrientes essenciais (exceto o N) é fator decisivo para que a fixação biológica do nitrogênio atmosférico seja benéfica ao sistema.

1.2 - Os Solos sob Vegetação de Cerrado: Sua Importância e Principais Limitações para a Produção Forrageira

A área coberta por vegetação de cerrado ocupa cerca de 180 milhões de hectares, e corresponde aproximadamente a 21% do território nacional, abrangendo principalmente a região Centro-Oeste (75% de Goiás, 45% de Mato Grosso) e atingindo ainda áreas menores, porém importantes, nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste (38% de Minas Gerais, 12% de São Paulo, e porcentagens menores em Amapá, Rondônia, Roraima e no Pará (EMBRAPA, CPAC, 1976).

Os solos sob cerrado apresentam, de modo bastante generalizado, baixa disponibilidade de nutrientes e elevada acidez com freqüente ocorrência de elevados teores de alumínio trocável (RANZANI *et alii*, 1960). São solos geologicamente antigos, profundos e lixiviados, em sua maioria, com riqueza mineral útil muito reduzida (ARENS, 1958). Para este autor, uma das razões para este extremo empobrecimento reside no fato de que a lavagem dos minerais durante o período chuvoso não é contrabalançada, na época seca, pela ascensão capilar da água (como ocorre nos solos menos profundos de regiões mais secas) ficando, assim, impedida a volta à superfície dos solutos carreados para horizontes mais profundos do perfil.

Para ROCHA (1977) a pobreza em matéria orgânica e em minerais necessários à nutrição das plantas é, em essência, a limitação mais importante a ser superada para a implantação de boas pastagens nos cerrados. O interesse por tais solos é cada vez maior, em face das excelentes propriedades físicas predominantes e da topografia favorável à mecanização. As pesquisas até então realizadas vêm demonstrando o alto potencial de resposta à aplicação de corretivos e fertilizantes.

A viabilidade econômica de sua exploração agropecuária vem sendo confirmada pela pesquisa e encorajada pela aplicação de incentivos fiscais através de vários programas de Governo (Polo Centro, Prô-Várzea e Prodoeste, por exemplo).

Entre os nutrientes deficientes nos solos de cerrado destaca-se o fósforo, seja por sua importância para as plantas ou pela frequência com que seu teor na solução do solo cai a níveis baixíssimos, variando de 0,02 a 0,20 ppm (Barber *et alii*, 1962, citado por MALAVOLTA, 1976). LOPES (1975), levantando uma área com cerca de 60 milhões de hectares no Brasil Central, analisou cerca de 500 amostras de solo e encontrou, em 99% delas, menos de 10 ppm de P disponível. Além da pequena quantidade de fósforo total há ainda o agravante de que a capacidade de retenção deste nutriente é alta, pois o fósforo adicionado ao solo é rapidamente "fixado" pela fração sólida e daí só é liberado para as plantas muito lentamente.

Sendo a acidez outra característica generalizada dos solos de alto intemperismo e lixiviados dos trópicos, é importante lembrar que esta condição frequentemente está relacionada a outro aspecto nutricional que interage com a deficiência de P: o elevado teor de alumínio trocável que, fixando aquele nutriente sob formas pou

co aproveitáveis para muitas plantas, dificulta bastante sua translocação (EMBRAPA, CPAC, 1976).

LOPES (1975) encontrou ainda, em 78% dos solos estudados, o pH abaixo de 5,0; em 91% o Al trocável acima do nível crítico por ele considerado (0,25 mEq/100g de solo). Em mais de 40% a saturação de Al superior a 40%. Entre os nutrientes estudados, apresentaram-se satisfatórios o Fe e o Mn, porém o Cu e o Zn estiveram abaixo dos níveis críticos em 70% e 95% dos casos, respectivamente.

1.3 - As Opções de Fertilização Fosfatada

Entre as opções de fertilização fosfatada destaca-se, seja pela possibilidade de solubilização com o tempo, seja pelos menores custos envolvidos, a aplicação de fosfatos naturais (ANDREW, 1962 e WERNER *et alii*, 1967), principalmente quando a acidez do solo pode ser tolerada pela planta. Sendo a pastagem uma exploração a longo prazo, as forrageiras tornam-se particularmente importantes quanto ao seu papel de extratoras de P sob condições adversas (baixo teor na solução do solo, pH baixo e elevado teor de Al trocável).

A escolha do fosfato de Catalão para o presente trabalho foi feita em função de dois aspectos: cus-

to inferior e boa evolução de seu desempenho com o tempo. Em poucos anos de cultivo o fosfato de Catalão igualou-se ao de Patos de Minas e superou os de Araxá e Abaeté, atingindo cerca de 80% do rendimento obtido pelo superfosfato triplo, com a soja (EMBRAPA, CPAC, 1978).

1.4 - O Variado Potencial de Resposta das Leguminosas Forrageiras

Sabendo-se da marcada variação de produção das forrageiras sob condições adversas de fertilidade, procurou-se escolher algumas tidas como de elevada tolerância a solos carentes.

Em 1961, ANDREW e NORRIS estudaram o desempenho de leguminosas tropicais e temperadas em solo com baixo teor de Ca em Queensland (Austrália) e concluíram que as do primeiro grupo (entre os quais estavam o *Stylosanthes guyanensis* e a *Centrosema pubescens*) conseguiram extrair cerca de 24 vezes mais Ca do que as do segundo.

FREITAS (1969) relata uma série de experimentos com várias leguminosas tropicais e afirma ser possível obter produção apreciável de matéria seca mesmo em solos com baixo pH desde que seja escolhida a leguminosa adequada, sendo enorme a variação nas respostas, indo des

de alta tolerância no genero *Stylosanthes* até alta sensibilidade no *Medicago*.

Os experimentos de natureza exploratória realizados em casas de vegetação permitem não só estudar um maior número de forrageiras ao mesmo tempo como possibilitam acelerar os ciclos que, no campo, ocorreriam mais lentamente em função das variações de temperatura e umidade estarem fora de controle.

MOHLEMBROCK (1957), descrevendo a ampla distribuição do gênero *Stylosanthes* nas Américas, observa que uma das razões de seu sucesso ecológico parece estar no enorme número de espécies e ecotipos. Destaca que o melhor conhecimento das interações da planta com o meio melhorarão o zoneamento das leguminosas forrageiras e a eficiência de sua utilização.

RODRIGUES *et alii* (1975) descreveram a capacidade de adaptação e o pouco estudado potencial de produção de várias leguminosas forrageiras e concluem indicando alguns gêneros como reais promissores para região central do Brasil, entre os quais destacam: *Stylosanthes*, *Calopogonium*, *Centrosema* e *Galactia*.

A enorme variação do potencial produtor e da adaptação das leguminosas é uma garantia de sucesso na linha de pesquisa que procura aumentar a eficiência de pro

dução forrageira através de uma melhor exploração de interação da planta com o ambiente. Somente o gênero *Stylosanthes*, por exemplo, ofereceu a EDYE *et alii* (1973) cerca de 300 opções a examinar, confirmando a alta variação em características agronômicas e fisiológicas que colocam o gênero entre os mais promissores.

O presente trabalho tem então o objetivo de comparar o desempenho de algumas leguminosas tropicais forrageiras com relação ao aproveitamento de diferentes fontes de P (de alta e baixa solubilidade) e a correção de um solo de cerrado colhido na Estação Experimental do CPAC - EMBRAPA, em Planaltina, DF.

Espera-se encontrar informações que possam ajudar a melhor explorar o potencial da vasta região da qual este solo é representativo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Calagem

2.1.1 - A acidez e a calagem em solos tropicais. A toxidez de Al e a disponibilidade de nutrientes no solo

JACKSON (1967) aponta os principais fatores ligados à acidez do solo que afetam o desenvolvimento das plantas como sendo: o pH e sua influência sobre o Al trocável, as bases trocáveis, o Mn solúvel e a disponibilidade de nutrientes. Destaca ainda a importância da interação entre estes fatores, o que torna muito difícil separar seus efeitos isoladamente.

Para COLEMAN e JACKSON (1960) o alumínio é o cátion dominante nas condições de solo ácido com o que concordam KAMPRATH (1970, 1972) e MALAVOLTA (1976) e COLEMAN e THOMAS (1967).

Estudando um solo de Pirassununga, SP, sob vegetação de cerrado, RANZANI *et alii* (1960) encontraram alta acidez, baixa fertilidade e teores de Ca^{++} tão baixos que escapavam à determinação analítica de rotina.

O alumínio age no solo e na planta, sendo responsável pela redução na disponibilidade, entre outros, de P, Ca e Mg (provavelmente por meio de redução de suas solubilidades). Este fato é tão marcante que impossibilita a separação nítida entre os efeitos das deficiências minerais e os da toxidez de alumínio (MUNNS, 1965a,b).

FOY e BROWN (1963 e 1964) acreditam haver competição entre as raízes e o alumínio pelo fosfato. Frequentemente a deficiência de cálcio é relatada como sinal de toxidez de alumínio (FOY e BROWN, 1963 e JOHNSON e JACKSON, 1964).

MALAVOLTA *et alii* (1976) afirmam que as relações entre alumínio e fósforo têm sido muito estudadas mas não foi estabelecida ainda explicação para o principal efeito observado (a precipitação do fósforo pelo alumínio) que origina produtos de baixa solubilidade nomeio, na superfície da raiz, nos espaços intercelulares e nos tecidos condutores. Observam ainda que a interferência na absorção de cálcio e de magnésio parece ser um caso de

inibição competitiva, podendo até ser anulado pela elevação da concentração de cátions divalentes no meio.

O efeito do Al sobre outros ions é pouco conhecido, havendo indicações dispersas de que há redução na absorção de K, Mg, NO_3^- , Fe, Mn e Zn (PATTERSON, 1965) e S (JACKSON, 1963). O aumento do Al no substrato reduz a absorção de P e K (MUNNS, 1965a e CRUZ *et alii*, 1967). O Al parece agir na superfície da raiz e da célula, ficando adsorvido à sua parede, formando fosfatos (LARKSON, 1966) e reduzindo a permeabilidade da parede (FOY e BROWN, 1963 e 1964). Seu efeito mais lesivo, entretanto, é a redução do ritmo de divisão celular na raiz (RORISON, 1958). Parece agir inibindo a ação da hexoquinase e interferindo, as sim, na síntese do DNA (CLARKSON, 1966 e 1969).

2.1.2 - A acidez, a calagem e a disponibilidade de nutrientes para leguminosas e bactérias fixadoras de nitro gênio

Após revisar muitos trabalhos feitos com leguminosas, ANDREW (1978) afirma que elas diferem em sua capacidade de nodular e de crescer quando variam o pH e o nível de Ca no solo.

SALINAS e SANCHEZ (1976), revisando extensa literatura sobre o potencial de espécies e variedades

de leguminosas para produção sob condições adversas de fertilidade, concluem que entre as forrageiras estudadas destacam-se como tolerantes a baixos níveis de P: *Stylosanthes humilis*, *Centrosema pubescens* e como exigentes em pH mais alto *Glicyne wightii* e *Medicago sativa*. Lembram ainda a dificuldade em separar, no solo, os efeitos da toxicidade de Al dos devidos à deficiência de P, o que transforma a seleção simultânea para tolerância a ambas as condições adversas em uma necessidade.

Estudando o efeito da calagem sobre o crescimento de *Rhizobium*, NORRIS (1959) demonstrou ser baixa a exigência destes microorganismos em Ca e mais alto em Mg. MUNNS (1970) relata que o Ca é particularmente importante por ocasião da infecção das raízes pelas bactérias. Ele parece influir no encurvamento dos pelos radiculares, sem o qual elas não conseguem penetrar e formar o cordão de infecção em direção às células sub-epidérmicas que formarão, mais tarde, o nódulo.

LINDSAY (1972) mostra que a solubilidade de B, Cu, Fe, Mn e Zn decresce com a elevação do pH, sendo máxima quando o pH esteve entre os valores de 4,0 e 5,0.

Embora alguns micronutrientes como o Zn e Mn, por exemplo, não tenham papel bem específico sobre a nodulação ou a simbiose, a maioria deles influi decisiva-

mente em tais fenômenos, sendo muitas vezes conhecido o seu papel a nível bioquímico, como é o caso do Fe fazendo parte da leghemoglobina e do complexo enzimático da nitrogenase, do Mo tomando parte neste complexo e na nitrato redutase. Outras vezes a influência se dá através da síntese de aminoácidos (caso do Cu formando as citocromo oxidases capazes de acelerar o crescimento da cadeia carbônica de alguns aminoácidos) ou na síntese protéica (Co formando coenzima responsável pela conversão do propionil Co-A em succinil Co-A (EPSTEIN, 1975). A deficiência de micronutrientes é, portanto, particularmente desastrosa para as leguminosas (que dependam da fixação simbiótica do N) e sua interação com a calagem está fortemente demonstrada:

WERNER (1975), revendo literatura sobre o uso de micronutrientes em pastagens conclui que, para calagem em nível baixo ou moderado seria suficiente a aplicação de Mo, enquanto para níveis mais altos pode ser necessária a adição de Fe, Zn, B e Cu.

KAMPRATH (1972) mostrou que, sob condições de acidez elevada, o Mo tende a ser fixado pelas argilas e óxidos hidratados de Fe e de Al. SIQUEIRA e VELLOSO (1978) verificaram, estudando nove solos de cerrado, que a adsorção máxima de molibdato ocorria em pH 4,0 e diminuía

quando o pH se elevava, tornando-se mínima a partir de 6,0. HALLSWORTH (1958) afirma ser o Mo essencial à efetividade dos nódulos e não à nodulação propriamente. ANDREW (1962) lembra que a exigência deste nutriente costuma ser maior para o *Rhizobium* do que para a planta hospedeira e que seu papel é duplamente importante: no eficiente funcionamento do nódulo e no metabolismo do nitrogênio na planta, uma vez que ele faz parte de dois complexos enzimáticos: o da nitrogenase e o da nitrato-redutase. No primeiro sua função parece estar relacionada ao rompimento da forte ligação entre os dois átomos de molécula de N_2 , sem o que não haverá redução (EPSTEIN, 1975).

FRANCO (1978) destaca a importância da deficiência de micronutrientes em solos altamente lixiviados e com baixo pH, afirmando ser frequente a redução na disponibilidade da maioria deles pela calagem, sendo o Mo uma das raras exceções.

ANDREW (1962) afirma ser o B essencial à formação dos nódulos e ao desenvolvimento radicular. Para MALAVOLTA (1976) a menor nodulação das leguminosas deficientes em B seria devida principalmente à dificuldade na translocação de carboidratos na planta, seja pela ausência de formação de complexos carboidrato/ácido bórico, seja pela desorganização dos vasos condutores. Os

rizobia são altamente dependentes dos carboidratos fornecidos pela planta hospedeira. Havendo deficiência de B os nódulos, quando chegam a se formar, são pequenos e com nítidas falhas em seu sistema vascular e no número de bacteróides (FRANCO, 1978).

Resultados semelhantes ocorrem com a carença de Cu (FRANCO, 1978). MALAVOLTA (1976) observa que plantas carentes em Cu apresentam acentuada redução de síntese protéica.

O Mn não parece apresentar papel importante na simbiose, mas é componente de enzimas catalizadoras do ciclo de Krebs, o que pode ser decisivo para a sobrevivência da planta hospedeira. Algumas vezes a limitação de crescimento de *Stylosanthes guyanensis* devida à calagem pode ser reduzida pela adição de B e de Mn (FRANCO, 1978) e VARGAS e DOBEREINER (1974). Frequentemente solos ácidos apresentam toxidez de Mn que pode ser corrigida pela calagem, sendo a soja perene uma das leguminosas mais sensíveis a esta toxidez.

Estudando o papel do Zn na nodulação, FRANCO (1978) reconheceu haver ainda grandes lacunas na compreensão do fenômeno, relatando efeito da adição deste sobre a nodulação de *Desmodium intortum*, *Glycine wightii* e *Macroptilium atropurpureum* em cultura hidropônica ape

nas quando na ausência de N combinado. HEWITT (1958) verificou formação de nódulos bem pequenos, redução na capacidade fixadora e no crescimento da planta hospedeira quando havia deficiência de Zn. Esta redução parece estar relacionada com a síntese de ácido indolacético na planta, função da baixa atividade de síntese de triptofano (MALAVOLTA, 1976).

SANTOS (1971), cultivando soja perene em vasos com solo de Sete Lagoas, MG, estudou as respostas ao Zn, Mo e B, concluindo que a calagem até um pH máximo de 6,0 proporcionou aumento da produção de matéria seca, da absorção de N e de Mo, reduzindo a absorção de K, Zn e de B. Ressaltou ainda que, embora benéfica, a calagem deve ser feita criteriosamente, pois, quando excessiva, pode acarretar sérios desequilíbrios na nutrição das plantas através de inúmeras interações com muitos nutrientes.

Assim, MATTOS (1972), estudando o efeito da calagem e de micronutrientes sobre a produção do siratro cultivado em um LVE de Nova Odessa, SP, encontrou resposta à calagem na produção de MS da parte aérea e da raiz até a neutralização do alumínio trocável, sendo daí em diante seu efeito negativo. O Mo aumentou a produção de N; o B, o Cu e o Zn elevaram a produção de MS da raiz, o número de nódulos, a massa nodular e os teores de B e Zn

na planta.

WERNER *et alii* (1976), cultivando três leguminosas em casa de vegetação, usando um LVa-fase arenosa de cerrado, encontrou as seguintes respostas para a aplicação de FTE : aumento do peso de raízes e do N total das raízes (para o estíloso): aumento na MS, no teor de N e N total na planta (para o siratro), aumento do teor de N da nodulação e da produção de N total (para a soja perene), havendo significância apenas para o aumento no teor de N radicular na soja perene.

RANZANI *et alii* (1960), estudando um solo sob cerrado de Pirassununga, SP, após evidenciarem sua alta acidez e baixa fertilidade, concluem lembrando a importância de serem utilizadas plantas adaptadas às condições dominantes, capazes de responder a uma melhoria gradativa do solo em sua capacidade de retenção hídrica e de nutrientes.

2.2 - A Fertilização Fosfatada

2.2.1 - O fósforo no solo e na planta: sua importância para as leguminosas. Principais fontes e seu desempenho em pastagens tropicais

Sendo frequentemente baixos os teores de P nos solos tropicais é justo esperar respostas à sua aplicação e a pesquisa a miúdo mostra grande nitidez nelas. Embora tais respostas quase sempre ocorram, os resultados econômicos muitas vezes apresentam interações importantes, tais como: 1) Quando a fonte de P é um fosfato de alta solubilidade, a presença de Fe livre, de óxidos e hidróxidos de Al acarreta rápida fixação do P, ficando a planta com baixa disponibilidade do nutriente, embora ele tenha sido aplicado. Acontece que são justamente estas as fontes de mais alto custo, resultante do investimento necessário à acidulação da rocha fosfatada pelos ácidos sulfúrico ou fosfórico. 2) Alto custo do transporte, uma vez que nos países tropicais os centros industriais são poucos e distantes, tanto das fontes da rocha quanto das regiões de maior atividade agrícola. 3) Ocorrem ainda limitações ligadas a interações com outros elementos e com o pH.

Por outro lado, o P garante à plântula um rápido desenvolvimento radicular, possibilitando a exploração de maior volume de solo, capacitando-a a concorrer melhor com invasoras, quase sempre bem adaptadas às condições locais. Fácil fica, portanto, perceber a importância de fontes alternativas de fósforo, especialmente para culturas que apresentem retorno menor ou mais lento, como frequentemente ocorre com a produção forrageira e animal.

Assim, OLSEN e MOE (1971), estudando a eficiência da aplicação de P a um latossolo de Kabanyolo, Uganda, destacam que em solos altamente intemperizados a disponibilidade de P é baixa. Embora haja efeito para a fertilização fosfatada, em muitos casos este se reduz rapidamente em função da fixação da maior parte do P aplicado. A aplicação de altas doses de P, capazes de "satisfazer" a capacidade de fixação do solo pode ser uma alternativa, embora raramente seja econômica. Outra alternativa poderia ser a redução do poder de fixação por meio de calagem. Uma terceira opção pode ser feita através do uso de fontes de P mais baratas (por necessitarem de menos industrialização e menos transporte) e que, portanto, poderiam até ser usadas em doses mais altas. Tal alternativa é particularmente atraente quando a cultura usada

possui ciclo mais longo, permitindo o aproveitamento da liberação gradativa do nutriente. Resta apenas encontrar as plantas mais capazes de extrair P sob tais condições, como sugerem SALINAS e SANCHEZ (1976). Quando estas condições interagem, abrem-se à pesquisa inúmeras possibilidades: LEAL e VELLOSO (1973) observaram aumento de 100% na dessorção de P em quatro latossolos sob cerrado, de Goiás e de Minas Gerais, quando o pH foi elevado de 4,0 para 7,0, verificando ainda que a menor dessorção na faixa mais baixa de pH parecia estar relacionada com maior teor de óxidos amorfos de alumínio. SANCHEZ, LEON e AYARZA (1977) encontraram, em um solo de Santander (Colômbia), além de alta deficiência de P, deficiências de S, B e, até certo limite, de Ca.

Impõe-se, então, o estudo de fontes alternativas de P em função de suas interações, pois as respostas não dependerão apenas delas, mas também dos solos e das plantas envolvidas (FENSTER e LEON, 1978 e SCHULTZE-KRAFT e GIACOMETTI, 1974).

O Brasil dispõe de várias jazidas de fósforo mais próximas das áreas de "fronteira agrícola" do que os centros industriais, sendo em geral mais fácil moer a rocha fosfatada na jazida do que transportá-la até o grande centro industrial, acidulá-la e depois trazer de volta o fertilizante até as áreas carentes.

2.2.2 - O fosfato de rocha e alguns fatores que influem no seu aproveitamento

2.2.2.1 - O tamanho da partícula

Há muitos anos vem se firmando o entendimento de que o grau de moagem e a capacidade de reação do solo são aspectos importantes na previsão do valor de um fosfato de rocha (ARMINGER e FRIED, 1958; CHU, MOSSLER e THOMAS, 1962; ELLIS, QUADER e TRUOG, 1955; JOOS e BLACK, 1950).

No CPAC-EMBRAPA, em Planaltina, DF, foram estudadas várias fontes de P (Universidade Estadual de Carolina do Norte, 1973, 1974 e 1975), relatando-se que os fosfatos de alta solubilidade como os de Gafsa e da Carolina do Norte tiveram bom desempenho inicial. O fosfato de Araxá, de baixa solubilidade, embora ineficiente a princípio, teve sua solubilidade significativamente aumentada com o tempo. Foi cultivado um L.V.Em, sob cerrado, com várias gramíneas, entre elas a *Brachiaria decumbens*.

É sabido que o valor agronômico de um fosfato de rocha depende, entre outros fatores, do tipo de fosfato, das condições do solo que o recebe e da cultura a ser fertilizada. Quanto ao tipo de fosfato podem ser lem

brados os aspectos rocha de origem e o grau de moagem, uma vez que quanto menor for o tamanho das partículas, maior será a superfície de reação oferecida à solução do solo. Com relação às condições de solo podem ser apontados o pH, o teor de Al trocável e o teor de Ca trocável, como apontam KASAWNEH e DOLL (1978).

2.2.2.2 - As condições do solo: calagem

ELLIS, QUADER e TRUONG (1955), realizando experimento em casa de vegetação, demonstraram que a calagem reduz a solubilidade do fosfato de rocha, pois quando o fosfato de rocha foi aplicado um mês antes da calagem para pH 7,0 a produção de aveia foi superior à obtida quando este sucedeu em um mês à calagem. Entretanto NEME e LOVADINI (1967a), trabalhando em um Latossolo da Estação Experimental de Campinas, SP, observaram que a produção da soja perene durante 6 anos, obtida com o uso de fosfato de Araxá e da fosforita de Olinda foi aumentada de 39 e 45%, respectivamente, pela aplicação de 6 t/ha de calcário, tendo sido a calagem simultânea à fosfatagem.

2.2.2.3 - As condições do solo: ação de agentes acidificantes

A eficiência de um fosfato de rocha acompanha de perto sua solubilidade em citrato de amônia (CIAT, 1976). McCLEAN e WHEELER (1964), cultivando milho e alfafa em câmara de crescimento, usaram fosfato de rocha da Flórida finamente moído e acidulado com ácido fosfórico em dois solos de Ohio que sofreram calagem até pH 6,0-6,5 e concluíram que as plantas produziram igualmente e continham o mesmo teor de P nos tecidos quando o fosfato foi acidulado a 10% e a 100%.

O enxofre tem sido um dos aditivos mais estudados por KHASAWNEH e DOLL (1978), em função da idéia de que os microorganismos do solo (*Thiobacillus* spp) seriam capazes de oxidar o S elementar, produzindo assim acidez suficiente para acelerar a desejada solubilização do fosfato de rocha.

Por outro lado, as plantas exigem S para seu perfeito desenvolvimento. Para as leguminosas este nutriente apresenta importância ainda maior, pois entre as inúmeras proteínas que exigem S para sua síntese estão as envolvidas na fixação de N. A deficiência de S afeta o tamanho dos nódulos, reduzindo-o, o que influi tam

bém na fixação de N (ANDREW, 1962). Frequentemente o efeito de adição de S passa despercebido por ser o superfosfato simples uma fonte de P muito empregada e que, contendo cerca de 12% de S, "mascara" esta deficiência (MALAVOLTA, 1976).

Estudando o efeito da adição de S em um latossolo vermelho de Orlândia, SP, sobre a produção de quatro leguminosas forrageiras tropicais e da alfafa em casa de vegetação, JONES e QUAGLIATO (1970) encontraram maior resposta para a alfafa, seguida do siratro, da soja perene, do estilosantes e da centrosema. Relataram ainda tendência à elevação do teor de N nas plantas com o aumento das doses de S.

JONES, QUAGLIATO e FREITAS (1970), cultivando em vasos com um latossolo vermelho sob cerrado 8 leguminosas, encontraram resposta para a omissão de S em estilosante, centrosema, soja perene e alfafa.

Estudando a produção de pastagens em doze locais diferentes na Austrália, SWABY (1975) aplicou fosfato de rocha puro e misturado com: a) gesso; b) enxofre; c) enxofre inoculado com *Thiobacillus* sp; e d) superfosfato simples. Observou a mesma absorção de P e de S nos tratamentos c e d. Relatou ainda que os resultados obtidos com o bio-super em regiões de maior pluviosidade,

mostraram incremento maior ao obtido com o superfosfato simples. Quando usado em dose dupla de P o incremento com o bio-super foi superior ao do superfosfato simples em qualquer pluviosidade, embora os incrementos tenham sido maiores nas regiões mais úmidas.

2.2.2.4 - As plantas

Outro aspecto decisivo na eficiência de um fosfato de rocha é a capacidade de cada espécie como extratora de P nas condições em que é oferecido. No caso da leguminosa há ainda um aspecto vital para sua sobrevivência na consorciação: a exigência de P de uma planta em seu crescimento inicial é particularmente alta; se uma planta consegue formar rapidamente seu sistema radicular a demanda de P por unidade de raiz será menor do que a de outra planta com raizame menos desenvolvido (DEAN e DRIED, 1953; KHASAWNEH e DOLL, 1978). É fácil concluir que a planta que conseguir explorar maior volume de um solo pobre em menor tempo estará em melhor condição para competir e satisfazer suas necessidades nutricionais.

2.3 - Algumas Respostas Obtidas com Leguminosas Forrageiras

2.3.1 - O variado potencial genético apresentado por algumas leguminosas forrageiras nos trópicos

2.3.1.1 - Adaptabilidade

A evolução das plantas resultou em alta variabilidade genética e na ampla diversidade de gêneros, espécies e ecotipos de forrageiras tropicais hoje disponíveis. MOTT e HUTTON (1979) ressaltam ainda que até agora foi coletada apenas uma fração do germoplasma existente e que é vital reunir a maior gama possível de espécies e de ecotipos nativos antes que sua eliminação pelas derubadas, queimadas e cultivo das terras seja total.

SCHULTZE-KRAFT e GIACOMETTI (1982), após descreverem alguns dos principais gêneros de leguminosas forrageiras para solos tropicais, destacam a importância de alguns deles para solos ácidos e de baixa fertilidade. Concluem afirmando que os recursos genéticos existentes têm sido explorados apenas superficialmente e que a avaliação deste germoplasma deverá prosseguir por dois motivos principais:

1º) o enriquecimento das coleções dos bancos de germoplasma tem de ser feito enquanto ainda existem plantas a serem coletadas;

29) há boas chances de que sejam encontradas plantas de alto valor, pelo menos em alguns gêneros, em razão dos sucessos já alcançados em vários casos, segundo a lei das séries homólogas de Vavilov. Citam o exemplo da tolerância à antracnose observada marcadamente em *Stylosanthes capitata* e que aumenta a expectativa da descoberta de plantas tolerantes também em outras espécies importantes como o *S. guyanensis*.

BOGDAN e WHITEMAN (1980) descrevem várias leguminosas forrageiras para os trópicos e ressaltam que: *Calopogonium mucunoides* se destaca por sua adaptabilidade a ampla faixa de solos e climas, ocorrendo desde o nível do mar até altitudes em torno de 2.000 m. *Centrosema pubescens* apresenta boa sociabilidade em relação a várias gramíneas e em muitos países diferentes, entre as quais podem ser citadas, no Brasil, a *Digitaria decumbens* e o *Panicum maximum*.

Desmodium intortum se distribui amplamente do Sul do México ao Sul do Brasil em regiões de altitude entre 1.500 e 2.500 m na zona equatorial, podendo atingir até mesmo altitudes de 800 m em regiões subtropicais, pois tolera bastante bem baixas temperaturas, embora tenha seu crescimento reduzido quando a temperatura cai abaixo de 15°C. Destaca-se no gênero por sua sensibi

lidade relativamente maior à acidez e à baixa fertilidade (BOGDAN, 1977).

Glycine wightii também apresenta bom potencial de produção, sendo bastante exigente em fertilidade do solo e pouco tolerante à sua acidez e à toxidez tanto de Al quanto de Mn. Tolera bem geadas de pequena duração, embora sua faixa ótima de crescimento esteja entre 25° e 30°C.

BURT *et alii* (1983) destacam o papel dos gêneros *Centrosema*, *Desmodium* e *Stylosanthes* no melhoramento de pastagens tropicais.

Este último gênero tem sua plasticidade confirmada por sua vasta distribuição na América e em algumas regiões mais secas e menos férteis da África. No Brasil esta adaptação a condições adversas de fertilidade é marcante, ocorrendo, só no Estado de Minas Gerais, 19 das 25 espécies encontradas no País (COSTA e FERREIRA, 1977 e FERREIRA e COSTA, 1979).

PINTO (1972), percorrendo o Espírito Santo, descreve várias forrageiras nativas, espontâneas e cultivadas, destacando *S. guyanensis*, *S. capitata*, *S. scabra* e *S. viscosa*.

2.3.1.2 - Produção de forragem

Com relação ao potencial de produção há vários autores confirmando os levantamentos botânicos e as esperanças dos geneticistas: BLOUARD e THOURIAUX (1962) citam rendimentos de 14,5 t/ha de M.S. para *S. guyanensis* no Congo.

CARVALHO (1969) relata produções de M.S. de 14,1 t/ha para *S. guyanensis*, 6,8 t/ha para *Centrosema pubescens*, 6,7 t/ha para *Glycine javanica*, 6,3 t/ha para o *Phaseolus atropurpureus* cv. siratro, e 5,7 t/ha para *Calopogonium mucunoides* com adubação pesada a um solo de baixa fertilidade sob cerrado, em Sete Lagoas, MG; o estilosantes apresentou maior índice de sobrevivência sob baixa fertilização e cortes frequentes do que as demais.

WERNER *et alii* (1976), estudando em ensaio de campo em Nova Odessa, SP, a produção de feno de 9 leguminosas forrageiras tropicais e da alfafa, verificaram que as variedades de soja perene apresentaram boas produções totais, apesar do lento crescimento inicial; que a centrosema, embora pouco produtiva, apresentou os mais altos teores de proteína; que a galactia apresentou boas produções, especialmente na seca, embora tenha sido a quem mais sentiu a concorrência de invasoras e que todas,

elas apresentaram problemas na manutenção do "stand", principalmente o siratro e o estilosante.

MATTOS e WERNER (1976), realizando ensaio em parcelas com 5 leguminosas forrageiras, destacaram a galactia como a mais produtiva em M.S. e P.B., inclusive no inverno; o estilosante (com boa produção no 1º ano) e a galactia apresentaram maior teor de Ca e menor de P; a centrosema apresentou teores mais altos de M.S. e de P.B. e o siratro teores mais altos de F.B.

TOSI *et alii* (1979), estudando a produção de 4 leguminosas forrageiras sob 4 adubações, concluíram que a galactia e o siratro foram as mais produtivas, seguidas da centrosema e da soja perene, com a mais baixa produtividade.

ANDRADE (1981) aponta a introdução de leguminosas como um modo simples e seguro de melhorar as pastagens de cerrado, desde que sejam escolhidas espécies adequadas, que permitam doses menores de nutrientes e decorretivos.

2.3.2 - Respostas ligadas à calagem

2.3.2.1 - Com soja perene

QUAGLIATO e NUTTI (1969) obtiveram aumento de produção de M.S. aplicando, em ensaio de vasos feito com dois solos de cerrado (um de Nova Odessa e outro de Pirassununga, SP) através da aplicação de calcário até o nível de 1,4 t/ha, com o qual foi atingido o pH de 5,2 no primeiro solo e o de 5,7 no segundo.

LOVADINI (1972), estudando a resposta à calagem em 2 solos ácidos (com até 2 t/ha de calcário dolomítico num LVA e até 4,2 t/ha num LVE), observou acréscimo tanto na produção de M.S. quanto na absorção de N, Ca, Mg, entre outros nutrientes.

FRANÇA *et alii* (1973a), cultivando soja perene cv. Tinaroo em um LVE, encontraram efeito marcante de calagem (6 t/ha de CaCO_3) no peso seco da planta e nos teores de N, P, Ca e Mg quando o pH se elevou de 4,3 para 5,7.

FRANÇA *et alii* (1973b), cultivando em LVE-fase cerrado, de Sete Lagoas, MG, observaram que a calagem elevou a produção de M.S., o N total e os teores de N, P, Ca e Mg, reduzindo o peso dos nódulos quando não foi aplicado B. A adição de Mg não afetou qualquer variá

vel estudada. Quando houve calagem, o B aumentou a produção de M.S., o N total e o peso dos nódulos e reduziu os teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea. Na ausência de calagem o Mo aumentou o teor de N e o N total. Houve interação calagem x Zn para a produção de M.S. e para os teores de P e de K.

ANDREW (1976), estudando o efeito do pH na nodulação e na produção de leguminosas tropicais e subtropicais, encontrou efeito positivo e alto para a soja perene que dobrou a produção de M.S. quando a concentração de Ca aumentou de 2mM com a elevação do pH de 4,0 para 5.0.

MUNNS e FOX (1977), cultivando 18 leguminosas em um oxissolo havaiano, elevaram progressivamente o pH de 4,7 a 7,1, com a aplicação de doses crescentes de calcário até 22 t/ha e observaram que para a obtenção de 90% da produção máxima de M.S. a cv. Cooper exigiu 6 t/ha de calcário, enquanto para a cv. Tinaroobastaram 5 t/ha para o mesmo desempenho.

2.3.2.2 - Com centrosema

ANDREW e NORRIS (1961) cultivaram algumas leguminosas em casa de vegetação usando um solo com pH de 5,5 sob 8 níveis de calagem (de 0 a 2,5 t/ha de carbonato

de cálcio) observaram elevação da produção de M.S. e do N total na parte aérea de centrosema até a dose de 1,25 t/ha de calcário, que elevou o pH a 6,4.

WERNER e MATTOS (1972) cultivando um LVE-orto sob 3 níveis de calagem, elevaram o pH para 6,4. A produção de M.S. se reduziu e se elevaram os teores de N, Ca, P, Mo e Cu. Os teores de Zn e o N total na planta cresceram até a neutralização de Al trocável (pH 5,8), decrescendo a partir de então. SJARES e VARGAS (1974), estudando em casa de vegetação o efeito da calagem sobre 3 latossolos sob cerrado, com pH e Al trocável de: 5,2 e 0,9; 5,2 e 0,7; e 4,2 e 0,7 aplicaram, respectivamente, 1,8, 2 e 3 t/ha de calcário e obtiveram aumento da produção da parte aérea, do peso de raízes e do teor de N na planta.

2.3.2.3 - Com siratro

FREITAS e PRATT (1969) realizaram experimentos em casa de vegetação testando em 8 solos de baixa fertilidade do Estado de São Paulo o efeito da calagem sobre 3 leguminosas e observaram, para o siratro, aumentos de até 93% na produção de M.S. quando o pH se elevou, em média, de 4,5 para 6,0; a produção máxima ocorreu em pH 6,1, havendo decréscimo quando este se elevou acima de

6,2. BRAZÓN (1971) realizou calagem em LVa fase arenosa e, apesar de ser o pH inicial 5,0 e o Al trocável estar em torno de 0,8 mEq/100g de solo, não houve efeito da calagem sobre a produção de matéria seca na parte aérea, embora tenham se elevado os teores de N e de Mg na parte aérea. MATTOS (1972), trabalhando com um LVe-orto com pH 5,5 e 0,8 mEq/100g de solo de Al trocável aplicou, em ensaio de vasos, 5 doses de calcário e obteve significativos aumentos progressivos na produção de M.S. da parte aérea e das raízes, no N total até a dose de 2 t/h de calcário. Os teores de Ca e de Mg na parte aérea continuaram aumentando; o teor de N na planta não se alterou, KOLLING *et alii* (1974), estudando em casa de vegetação o efeito da calagem em um ultissolo com pH 5,3 e 1,0 mEq/100g de solo de Al trocável, encontraram aumento significativo na produção de M.S., com máximo entre as doses de 1,1 e 2,2 t/ha de calcário; não houve efeito sobre a nodulação nem sobre o teor de N na parte aérea.

2.3.2.4 - Com estilosantes

GROF *et alii* (1979), trabalhando em ensaio de campo com um oxissolo de Carimãgua, Colômbia, observaram que, com a elevação do pH de 4,3 para 6,0 mediante calagem, ocorreram aumentos de produção de M.S. de

18% para o *S. guyanensis* CIAT 181, 48,6% para *S. hamata* CIAT 174 e redução de 30,4% para *S. capitata* CIAT 1019. VARGAS e DOBEREINER (1974) relatam ter conseguido reduzir o efeito negativo da calagem sobre a produção de *S. guyanensis* em um solo ácido da baixada fluminense através de adição de B e de Mn.

2.3.2.5 - Com as leguminosas citadas anteriormente estudadas conjuntamente

Cultivando em casa de vegetação duas cultivares de soja perene (entre as quais a Tinaroo), a centrosema e o siratro num LVe sob cerrado com 4,3 de pH e 0,62 mEq/100g de solo de Al trocável, FRANÇA e CARVALHO (1970) fizeram calagem que elevou a 6,0 o pH e observaram aumento na produção de M.S. e no N total das 3 leguminosas. O peso dos nódulos só foi alterado na centrosema, que reagiu negativamente à calagem. JONES e FREITAS (1970), cultivando em casa de vegetação um LVa de cerrado com soja perene, siratro e centrosema, verificaram que a produção de M.S. das 3 leguminosas aumentou até o 5º nível de calagem, em que foi atingido o pH 6,4 e decresceu em seguida; relataram ainda aumento nos teores de Ca e de Mg e redução no de K. JONES *et alii* (1970), estudando a resposta à calagem de várias leguminosas (entre as quais

a centrosema e a soja perene) cultivadas em um LV sob cerrado, observaram aumentos na produção de M.S. e no N total das plantas e redução nos teores de B, Fe, Mn e Zn. Estudando o efeito de calagem capaz de elevar de 4,7 para 5,8 o pH de um LVe cultivado com soja perene (comum e Tinaroo), centrosema e siratro, CARVALHO *et alii* (1971) observaram que a produção de M.S. só foi influenciada, e positivamente, na soja perene comum. Trabalhando em um LVe-fase cerrado cultivado com soja perene e siratro, CARVALHO *et alii* (1974) verificaram haver a calagem influenciado positivamente a produção de ambas a partir do 2º corte. FREITAS e PRATT (1969), estudando o efeito da calagem sobre a produção de leguminosas em solos ácidos de São Paulo, observaram que os aumentos de produção foram de 93% para o siratro (pH 6,1) e de 146% para o estilossante (pH 6,0).

2.3.3 - Respostas ligadas ao fósforo

2.3.3.1 - Papel do fósforo na produção das leguminosas forrageiras

Estando o P intimamente ligado ao metabolismo energético das plantas, fácil se torna depreender sua importância para a eficiência da simbiose Rhizobium/

leguminosa pois o bacteroide é extremamente dependente do que recebe da planta hospedeira para sua atividade (EPSTEIN, 1975).

O P parece ser um dos nutrientes mais carentes em solos tropicais e o que mais frequente é intensamente limita o crescimento de leguminosas (SHERMAN, 1977). É decisivo para o estabelecimento e a produção de forrageiras. As leguminosas reagem à sua adição acelerando enormemente o crescimento, tanto de raízes quanto da parte ærea (ANDREW, 1962). A exigência varia, entretanto, com a forrageira (ANDREW e ROBINS, 1969a,b) e já há bastante experiência acumulada neste sentido.

TRUONG *et alii* (1967) encontraram respostas significativas na produção de siratro pela adição de P até a dose de 1.000 lb/acre de P, com elevação do teor do nutriente na planta de 0,18% para 0,25% na M.S.

TEITZEL (1967) relata, estudando a resposta do estilosante e do siratro à aplicação de P a um solo ácido de Queensland, Austrália, que o 1º foi mais eficiente extrator de P do que o 2º, embora este apresentasse teores do nutriente na planta superiores àquele.

LOVADINI e MIYASAKA (1969) observaram, em vários solos pobres de São Paulo, que o estilosantes e o kudzer tropical tiveram boa capacidade de extração de P

em solos carentes neste nutriente. JONES e FREITAS (1970), cultivando quatro leguminosas forrageiras em um LVA de campo cerrado, encontraram resposta à aplicação de P, com produções máximas para doses entre 100 e 200 kg/ha de P. FRANÇA e CARVALHO (1970) verificaram ser a soja perene cv. Tinaroo superior à comum, ao siratro, à centrosema e ao kudzu tropical quanto à produção de M.S. na resposta à fertilização fosfatada.

OLSEN e MOE (1971), estudando o estabelecimento, a produtividade e a persistência de 3 leguminosas forrageiras tropicais em um latossolo de Kabanyolo, Uganda, concluíram que: a aplicação de fertilizantes fosfatados aumentou a produção de M.S. das leguminosas até a dose de 224 kg/ha de P_2O_5 . Observaram ainda que o estilósante respondeu menos à fertilização fosfatada do que o *Desmodium intortum*. ANDREW (1973), comparando fontes solúveis e níveis de P com o hiperfosfato, encontrou superioridade das fontes solúveis em relação ao fosfato de rocha na produção de M.S. do siratro, mas para o *Lotononis bainesii* as fontes não diferiram entre si. TOSI *et alii* (1973), estudando a resposta do siratro e da soja perene à adubação fosfatada em 8 solos do Estado de São Paulo, encontraram resposta linear em 6 deles e quadrática nos dois restantes, destacando esperar, para os pri-

meiros, resposta a doses superiores à utilizada (150 kg/ha de P_2O_5). PEREIRA *et alii* (1974), estudando o efeito de fontes e de doses de P sobre a absorção de nutrientes pela soja em um LVe-fase cerrado em Anápolis, GO, observaram que o P afetou o peso dos nódulos e o teor de P nas folhas. As fontes tiveram efeito variado, pois o teor de P nas folhas decresceu na seguinte ordem: termofosfato, escória de Thomas, superfosfato simples, superfosfato triplo, farinha de ossos e apatita de Araxá, havendo tendência para elevação dos teores de K e de Ca e redução dos de Mg nas folhas quando a planta recebeu fertilização fosfatada. SOUTO *et alii* (1976), estudando o efeito do P no estabelecimento do siratro sob diferentes graus de intensidade luminosa, concluíram que o efeito do sombreamento foi negativo e linear (na ausência de fertilização fosfatada) e quadrático com ela. Houve interação sombreamento x fertilização, pois mesmo nos níveis mais altos de sombreamento a produção com P foi maior do que sem ele, embora o decréscimo produzido pelo sombreamento tenha sido maior nos tratamentos adubados. ANDREW (1978), estudando o efeito do P sobre a produção de leguminosas forrageiras, descreve algumas interações envolvendo este nutriente e afirma que seu efeito mais marcante costuma ser o aumento na produção de M.S. e no teor de N na parte aé-

rea. Destaca ainda aumento no desenvolvimento do raizame, realçando que esta resposta pode criar novos locais para nodulação, observando ainda a importância do aspecto energético: enquanto plantas deficientes em P de *Stylosanthes humilis* apresentaram seu 1º nódulo no 14º dia, em plantas com teores normais deste nutriente o 1º nódulo surgiu no 11º dia após a emergência. GROF *et alii* (1979), comparando em um oxissolo de Carimagua (Colômbia), algumas introduções de *Stylosanthes capitata* com outras espécies do gênero, destacaram as respostas obtidas à adubação fosfatada: enquanto o *S. guyanensis* CIAT 1297 exigiu 39 ppm de P no solo (extraído pelo método de Bray II) para atingir 90% de sua produção máxima de M.S., o *S. hamata* CIAT 147 exigiu 25 ppm de P, o *S. viscosa* CIAT 1051 15,5 e o *S. capitata* CIAT 1035 apenas 8 ppm de P para alcançar o mesmo desempenho.

2.3.3.2 - Respostas ao P conjugado com calagem

É sabido que a disponibilidade de P no solo varia com o pH, sendo maior na faixa de 6,5 a 7,5 reduzindo-se cada vez mais à medida que o pH cai abaixo de 6,5 (TRUOG, 1948). Há inúmeras evidências desta fato, traduzidas em produção de leguminosas forrageiras.

NEME (1965), estudando em um LR de Campi

nas, SP, a produção de M.S. da soja perene, concluiu que o calcário facilitou a ação dos adubos fosfatados, tendo se destacado o termofosfato. Realizando ensaio de produção com a soja perene em um solo de cerrado, em Campinas, SP, NEME e LOVADINI (1967a) evidenciaram a ação do calcário sobre a disponibilidade de P com aumentos de 347% na produção de M.S., mediante emprego da combinação de calcário e de superfosfato simples; todos os tratamentos que receberam algum adubo fosfatado ou calcário foram superiores à testemunha, embora inferiores ao 1º tratamento. Trabalhando ainda com a mesma forrageira em um experimento de campo em solo de cerrado, NEME e LOVADINI (1967b) encontraram melhores respostas em produção de M.S. para o superfosfato simples e a farinha de ossos, quando comparados aos fosfatos naturais (de Araxá e de Olinda) e com o termofosfato, na ausência de calcário; a calagem superou o efeito do P nos fosfatos naturais mas foi inferior ao do superfosfato simples ou da farinha de ossos no incremento da produção. GRIPP e FREITAS (1968), citados por FREITAS (1969), estudaram em casa de vegetação o efeito do pH, da fonte e da dose de P sobre a produção do sítaro do estilosantes e da alfafa, obtendo respostas lineares até 400 kg/ha de P_2O_5 , com máximos de 478, 625 e 1.200% para o fosfato solúvel e de 140, 250 e 720% em re

lação à testemunha. CARVALHO *et alii* (1970), realizando em casa de vegetação experimento em um LVe-fase cerrado com estilosante, soja perene e centrosema, observaram que a calagem elevou a fixação de N e a produção de M.S. e de nódulos em todas as leguminosas (embora o aumento na produção de M.S. do estilosante não tenha sido significativo); verificaram que a fertilização fosfatada elevou a produção de matéria seca e de nódulos em todas as leguminosas. JONES e FREITAS (1970) cultivaram em casa de vegetação várias leguminosas em um solo ácido e deficiente em P, aplicando diferentes níveis de P, Ca, Mg e K, obtendo resposta com a soja perene até o nível de 400 kg/ha de P_2O_5 . Houve ainda resposta à calagem até 1.000 kg/ha de Ca e 120 kg/ha de Mg. ALCALÁ-BRAZÓN (1971), cultivando siratro em casa de vegetação com um LVa-fase arenosa do cerrado de Pirassununga, SP, verificou que a calagem elevou o teor de N e de Mg na parte aérea e que a fertilização fosfatada aumentou a produção de M.S. da parte aérea e da raiz. OLSEN e MOE (1971) verificaram que tanto o estabelecimento quanto a persistência de 3 leguminosas forrageiras tropicais se beneficiaram com a fertilização fosfatada até a dose de 224 kg/ha de P_2O_5 , sendo a resposta de *S. guyanensis* inferior à de *D. intortum* e de *M. sativa*. A calagem não a-

fetou o desempenho do estíloso e do desmódio, seja no estabelecimento, na produtividade e na nodulação. LOVADINI e BULISANI (1971), cultivando soja perene em LVe-fase arenosa de Jupiá, SP, encontraram resultados altamente significativos tanto para a calagem quanto para a adição de P. TARDIN (1971), estudando a resposta da soja perene em ensaio de calagem e fertilização fosfatada em latossolo de Capinópolis, MG, verificou que apenas o P estimulou a produção de M.S. total da planta, elevando a nodulação e os teores do nutriente na planta. LOVADINI (1972) estudou o comportamento de soja perene em dois solos de cerrado, encontrando resposta tanto à calagem quanto à fertilização fosfatada tanto na produção de M.S. quanto na absorção de nutrientes, sendo o efeito do P maior do que o do Ca. FERREIRA *et alii* (1973), cultivando soja perene e siratro em um LVe-fase cerrado, observaram que a soja perene produziu mais M.S. do que o siratro. O teor de P.B. variou pouco, tanto entre tratamentos quanto entre leguminosas. A calagem teve efeito positivo sobre a produção de ambas as leguminosas a partir do 2º corte. As fontes de P não diferiram entre si, havendo, no entanto, tendência a maior produção com o fosfato de Araxá, seguido de: superfosfato simples, superfosfato triplo, termofosfato e hiperfosfato em todos os cortes, especialmente

no último. TOSI *et alii* (1973), estudando o comportamento de soja perene e do siratro em 8 solos do Estado de São Paulo, com pH corrigido para 6,5, só obtiveram resposta ao P com a soja perene. VEIGA e SANTOS (1976), estudando o efeito da dose de P e da calagem sobre a produção de *Desmodium intortum*, concluíram que a calagem influenciou positivamente na produção de M.S. e no teor de P.B. As doses de P não influenciaram no teor do nutriente na planta nem na produção de M.S. da parte aérea. Cultivando siratro em um LVe eutrófico, GAVAZONI *et alii* (1979) aplicaram 0 e 1,5 t/ha de calcário e 375 kg/ha de sulfato de magnésio junto com o calcário, observando que só houve efeito positivo sobre o teor de Mg, não encontrando resposta nem na produção de M.S. nem nos teores de Ca, Cu e de Mn na parte aérea. Houve redução no teor de Zn na parte aérea em função da calagem e o P só elevou o teor de N na parte aérea em presença de calagem. CARRIEL (1981), trabalhando em casa de vegetação com um solo podzólico vermelho amarelo - var. Laras de Nova Odessa, SP, estudou o efeito da calagem e da fertilização fosfatada com e sem incubação sobre o estabelecimento da soja perene cv. Tinaroo, encontrando os seguintes resultados: 1º) a produção de M.S. da parte aérea e da raiz decresceu, na seguinte ordem, em função da fonte: hiperfosfato, super-

fosfato triplo, fosfato de Araxá e fosfato de Patos de Minas, independentemente de calagem e da incubação; 2º) os teores de P não variaram em função da fonte; 3º) o superfosfato triplo e o hiperfosfato produziram mais na presença de calagem, sendo mais eficientes do que os fosfatos naturais, aumentando a extração de Ca e de Mg; 4º) os fosfatos de Araxá e de Patos tiveram melhor efeito sobre a produção de M.S. na ausência de calagem, sendo o primeiro superior ao segundo; 5º) os teores de P no solo, de P e de Mg na planta e a extração de P foram reduzidos pela incubação; 6º) a calagem, independentemente da incubação, produziu tendência à redução no teor de P quando a fonte era fosfato natural ou hiperfosfato e à elevação no tratamento com superfosfato triplo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Generalidades

Com a finalidade de estudar o comportamento de sete leguminosas forrageiras tropicais em um Latossolo Vermelho amarelo, de uma área do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, em resposta a fontes de fósforo e níveis de calagem, foi instalado experimento em casa de vegetação. O solo foi escolhido em razão de sua representatividade para a região.

Utilizou-se a casa de vegetação de Seção de Agronomia de Plantas Forrageiras do Instituto de Zootecnia de São Paulo, localizada no município de Nova Odessa, Estado de São Paulo.

Foram usados vasos plásticos de cor amarela com capacidade para cinco litros, colocados em bancos de ferro com placas de cimento.

Para se verificarem os efeitos iniciais e residuais das fontes de fósforo estudadas, foram realizadas duas culturas consecutivas das leguminosas. Considerou-se que os dois ciclos das culturas, em condições de casa de vegetação com o solo envasado, recebendo irrigações diárias e revolvimento no fim de cada ciclo, corresponderia a um solo em condições de campo durante dois ciclos culturais.

3.2 - Variáveis Estudadas

3.2.1 - Variáveis de classificação

3.2.1.1 - Leguminosas

Foram estudadas sete espécies de leguminosas forrageiras tropicais, a saber:

Stylosanthes capitata Vog, sementes provenientes da Estação Experimental da EPAMIG em Uberaba, MG, e que será tratada daqui em diante por *capitata* (Sty).

Calopogonium mucunoides Desv., sementes provenientes do Campo de Introdução de Forrageiras do Instituto de Zoo

tecnia de São Paulo, em Nova Odessa, SP, daqui em diante referida como calopogônio (Ca1).

Centrosema pubescens Benth cv Deodoro, sementes provenientes do Campo de Introdução de Forrageiras da Estação Experimental da PESAGRO, em Itaguaí, RJ, daqui por diante referida como centrosema (Ce).

Desmodium intortum (Mill) Urb cv Greenleaf, sementes provenientes do Campo de Introdução de Forrageiras do Instituto de Zootecnia de São Paulo, em Nova Odessa, SP, que será referido daqui por diante como desmódio.

Glycine wightii Verdc cv Tinaroo - sementes provenientes da Estação Experimental da EPAMIG em Uberaba, MG, e que será tratada daqui em diante por soja perene.

Macroptilium atropurpureum (D.C.) Urb, cv Siratro, sementes provenientes da Estação Experimental da EPAMIG, em Uberaba, MG, que será tratada daqui em diante por siratro (Si).

Galactia striata (Jacq.) Urb. - sementes provenientes da Estação Experimental da PESAGRO, em Itaguaí, RJ, daqui por diante referida como Galactia (Gal).

O desmódio e a soja perene foram eliminados do experimento em razão do crescimento desprezível apresentado na maioria dos tratamentos, impossibilitando a análise estatística.

3.2.1.2 - Fontes de fósforo

Foi comparada a eficiência de quatro fontes de fósforo, tomando-se como base os teores de fósforo total de cada uma:

- Fósforo nativo: tomou-se o P contido no próprio solo cujo teor pode ser visto na Tabela I. Foi considerado como testemunha na comparação.

- Fosfato de rocha de Catalão finamente moído (100% em peneira de 200 meshes) e contendo 38% de P_2O_5 total. Utilizado em dose equivalente a 150 kg/ha de P_2O_5 . Sua escolha foi feita em função da boa reatividade e cuidadosa moagem apresentadas, resultando em solubilidade inicial do P_2O_5 em torno de 5-6% (MALAVOLTA, comunicação pessoal). Este fosfato é ainda um dos que pode ser encontrado mais próximo da região onde foi colhido o solo em estudo.

- Superfosfato simples, contendo 20% de P_2O_5 total, utilizado em dose equivalente a 150 kg/ha de P_2O_5 .

- Fosfato de rocha + enxofre. O mesmo fosfato de rocha citado na segunda fonte, na mesma quantidade, adicionado a um equivalente a 80 kg/ha de S elementar. Esta quantidade foi baseada no teor de 12% contido no superfosfato simples e teve por finalidade testar o elemento

ausente no fosfato de rocha e seu possível efeito na liberação de P através da acidificação do meio.

3.2.1.3 - Níveis de calagem

Foram baseados em teste de incubação do solo com calcário dolomítico, visando neutralizar o Al trocável:

- Ca₀ - equivalente ao solo sem receber correção;
- Ca₁ - equivalente à aplicação de 1.500 kg de calcário dolomítico (25,01% de CaO e 16,85% de MgO), dose correspondente à metade da necessária para neutralização total do Al trocável do solo.
- Ca₂ - equivalente à aplicação de 3.000 kg/ha do calcário dolomítico já caracterizado, dose suficiente para a neutralização total do Al trocável do solo.

3.2.2 - Variáveis de resposta

3.2.2.1 - No solo

Foram coletadas amostras de solo original, ao término de cada incubação e na ocasião da colheita das plantas, de acordo com o delineamento experimental, seguindo a metodologia descrita no item 3.4.1. Foram avalia-

dos os parâmetros pH, teores de matéria orgânica, de Al, Ca e Mg trocáveis, de K e de P no solo.

3.2.2.2 - Nas plantas

Foram estudadas a produção de M.S. a 65°C de raízes e de parte aérea (não computadas as perdas por senescência). Foram avaliados ainda os teores de nutrientes e o conteúdo total de macronutrientes nas plantas.

3.3 - Delineamento Experimental

Os vasos foram dispostos sobre as mesas da casa de vegetação originando um delineamento experimental de blocos casualizados com parcelas subdivididas, tendo três repetições, ficando as leguminosas em parcelas, as fontes de P em subparcelas e os níveis de calagem em subsubparcelas. O experimento foi iniciado com um total de duzentos e cinquenta e dois vasos: oitenta e quatro por bloco, doze por parcela, três por subparcela e um por subsubparcela. Ao finalizar, com a eliminação de duas leguminosas, a análise estatística foi aplicada aos parâmetros colhidos em 180 vasos (60 vasos por bloco, 12 por parcela, 3 por subparcela e 1 por subsubparcela).

As interações existentes foram desdobradas e as regressões cabíveis foram feitas pelo método dos polinômios ortogonais (PIMENTEL GOMES, 1977). Aos contrastes de médias foi aplicado o teste de Duncan.

3.4 - Procedimento Experimental

3.4.1 - Manejo do solo e aplicação dos tratamentos

Todo o solo, após seco ao ar, foi peneirado em peneira de 0,4 cm de malha, para separação de restos de raízes, e a seguir foi procedido o enchimento de 252 sacos plásticos com 5,0 kg de solo em cada um.

Em 21/03/79 foram colocados em 126 sacos (metade do total); 790 mg de fosfato de rocha e 160 mg de enxofre em 63 destes.

A cada um dos 252 sacos foram adicionados 700 ml de água destilada e deionizada. As bocas dos sacos foram amarradas e estes colocados juntos dentro da casa de vegetação para a primeira incubação do solo.

Em 29/05/69 foi feita a aplicação do cal cário e do superfosfato simples. O total dos sacos foi dividido em quatro grupos de 63 sacos; cada grupo foi então subdividido em três subgrupos com 21 sacos cada, no seguinte esquema:

GRUPOS	SUB-GRUPOS	Nº DE SACOS
Testemunha	Ca ₀	21
	Ca ₁	21
	Ca ₂	21
		63
Fosfato de rocha	Ca ₀	21
	Ca ₁	21
	Ca ₂	21
		63
Superfosfato simples	Ca ₀	21
	Ca ₁	21
	Ca ₂	21
		63
Fosfato de rocha + enxofre	Ca ₀	21
	Ca ₁	21
	Ca ₂	21
		63

O superfosfato simples foi aplicado na quantidade de 1.500 mg/saco e o calcário nas quantidades de 3 e 6 mg/saco, respectivamente, para Ca₁ e Ca₂, não rece-

bendo o solo nenhum calcário no tratamento Ca₀.

Após a adição dos fertilizantes e corretivos, foram aplicados 700 ml de água destilada e deionizada em cada saco. Os sacos foram fechados e colocados dentro de vasos plásticos e estes arrumados na casa de vegetação distribuídos entre os blocos, parcelas, subparcelas e subsubparcelas, de acordo com sorteio prévio, ali permanecendo para a segunda incubação.

Todos os cálculos das quantidades de fertilizantes e do calcário aos sacos foram feitos considerando-se um hectare de terra na profundidade de 0-20 cm, pesando 2.500.000 kg de solo.

Em 08/07/79 os sacos tiveram suas bocas abertas e assim permaneceram para a nova secagem do solo.

Em 28/08/79 foi feita a aplicação, em solução, de micronutrientes ao solo, nas seguintes quantidades e fontes (WERNER *et alii*, 1975):

Fe: 2,00 kg/ha - sulfato de ferro;

Zn: 2,00 kg/ha - sulfato de zinco;

Cu: 1,30 kg/ha - sulfato de cobre;

Mn: 5,00 kg/ha - sulfato de manganês;

Mo: 0,25 kg/ha - molibdato de amônio;

B: 0,50 kg/ha - ácido bórico.

3.4.2 - Plantio e colheita

Em 31/08/79 foi realizada a semeadura. As sementes de todas as espécies, antes de serem colocadas no solo, foram escarificadas mecanicamente e inoculadas com inoculantes adequados a cada uma. Após a semeadura, cada vaso recebeu 700 ml de água destilada e deionizada. Daí em diante, até a emergência, foram irrigadas com 50 ml diários em uma única aplicação.

Após a emergência, a irrigação passou a ser feita com 80 ml de água destilada e deionizada em uma única aplicação diária. A partir de 21/09/79 (22 dias após o plantio), a quantidade de água aplicada a cada vaso passou a ser de 140 ml, divididas em duas aplicações de 70 ml.

Em 29/09/79 foi efetuado o desbaste, deixando-se oito pl/vaso para o capitata e quatro pl/vaso para as demais leguminosas.

Tendo em vista o pequeno crescimento inicial das plantas e uma deficiente nodulação, em 09/10/79 foi feita uma aplicação de 0,04 g/vaso de N, equivalente a 20 kg/ha de N. a fonte de N foi a uréia P.N. diluída em água na proporção de 24 g de uréia em 13,75 l, aplicando-se 50 ml/vaso da solução.

A colheita foi feita em 07/12/79 (noventa dias após o plantio). Nesta data foram coletadas amostras de solo para análises químicas, separando-as por leguminosa, fonte de P e nível de calagem, mas juntando-se as 3 repetições.

As plantas foram seccionadas rente ao solo com tesoura. A parte aérea coletada foi colocada em sacos de papel devidamente etiquetados e postas em estufa de circulação forçada de ar para secagem a 65°C durante 72 hs com posterior pesagem para determinação da produção por vaso.

O solo de cada um dos sacos foi espalhado em uma mesa forrada com um plástico e processou-se a separação das raízes que, após lavagem, foram colocadas em sacos de papel etiquetados e levados à estufa para secagem a 65°C durante 72 hs.

Embora se tenha tentado realizar a separação e contagem dos nódulos, os dados obtidos desta operação foram abandonados em virtude da grande perda de nódulos já soltos no solo e sem condições de recuperação pela impossibilidade de lavagem do solo, condicionada ao reaproveitamento do mesmo para realização de novo cultivo destinado a ser base experimental para o outro companheiro de pesquisa realizar seu trabalho de tese.

Após a separação das raízes o solo foi novamente devolvido aos vasos e aí permaneceu em repouso até 15/12/79, data em que foi feita uma aplicação de 960 mg/vaso de KCl, correspondendo a 70 kg/ha de K, para correção de uma provável deficiência deste elemento no solo, evidenciada por sinais visuais nas plantas ao final do primeiro ciclo, principalmente na centrosema.

3.5 - Análises de Laboratório

3.5.1 - Análises de solo

As amostras de solo foram coletadas da seguinte maneira: uma antes de qualquer tratamento ser aplicado ao solo; três amostras após a primeira incubação, para avaliar seu efeito sobre o solo que havia recebido fosfato de rocha, fosfato de rocha e enxofre ou não havia recebido nada; doze amostras após a segunda incubação, para avaliar o efeito deste sobre o solo na ausência e na presença de calagem, em cada fonte de P e, por ocasião da colheita, oitenta e quatro amostras, uma para cada subparcela, para avaliar o efeito do cultivo de cada leguminosa, do tratamento de fertilidade, do corretivo e suas interações. Foram reunidas as três repetições, em razão da pequena quantidade de solo contida em cada vaso, com a fina

lidade de não prejudicar o 2º ciclo (a ser utilizado para outra dissertação). Os parâmetros analisados foram os seguintes: pH, matéria orgânica (%), Al, Ca e Mg trocáveis (em mg/100 ml de terra fina seca ao ar), K e P em microgramas por ml de TFSA; foram efetuados pelo Laboratório de Fertilidade de Solos do Instituto Agronômico de Campinas, sendo empregado o método de Mehlich para a determinação dos teores de P.

3.5.2 - Análises laboratoriais das plantas

Tendo em vista a pequena quantidade de matéria seca obtida no tratamento testemunha, optou-se por juntar as três repetições a fim de que se tivesse material suficiente para as determinações tanto do nitrogênio quanto dos demais nutrientes estudados.

3.5.2.1 - Determinação da matéria seca e moagem

Após permanecerem por 72 hs em estufa de circulação forçada de ar, o material botânico colhido (parte aérea e raízes) foi exposto ao ambiente por 4 hs e então pesado para avaliação da produção de matéria seca por vaso. A seguir procedeu-se à moagem do material em moinho de Wiley, com peneira de 0,2 mm.

3.5.2.2 - Determinação dos teores de nitrogênio

As determinações dos teores de nutrientes foram feitas no laboratório da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras do Instituto de Zootecnia de São Paulo. O método adotado para a determinação do teor de N foi o de Micro Kjeldhal. Foram utilizadas 150 mg do material moído, sobre os quais foi feita a digestão com 4 ml de H_2SO_4 1,0 N, neutralização com 4 ml de NaOH 0,07 N e a titulação com HCl 0,0714 N. As determinações foram feitas em teores de N na matéria seca a $65^{\circ}C$, em percentagem.

3.5.2.3 - Determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn

A digestão da matéria seca foi feita pelo método nítrico-perclórico, utilizando-se 500 mg de amostra moída, 4 ml de HNO_3 65% e 0,5 ml de HClO 72%.

Após ser feita a digestão em tubos de ensaio, foram adicionados 2 ml de água destilada deionizada a cada tubo, procurando-se diluir o conteúdo do fundo e das paredes. Adicionou-se, a seguir, água destilada suficiente para completar o volume de cada tubo a 25 ml, estando assim preparados os extratos para determinação dos nutrientes.

As concentrações de K, Ca e Mg foram expressas em percentagem na M.S. a 65°C e as Cu, Fe, Mn e Zn em ppm; as determinações foram feitas através de leituras em espectrofotometro de absorção atômica.

O P foi determinado por colorimetria (método do vanado-molibdato de amônio) e suas concentrações expressas em percentagem na M.S. a 65°C. Após as determinações dos teores de N, P, K, Ca e Mg, foram determinadas as extrações de P, K, Ca e Mg e o conteúdo total de N na parte aérea das plantas, em mg/vaso.

A quantidade de raízes colhidas em alguns tratamentos não foi suficiente, mesmo reunindo-se as repetições, para permitir análises químicas.

3.6 - Análise Estatística

Os dados foram analisados estatisticamente com auxílio de calculadora portátil programável. A produção de MS (parte aérea e raízes) foi analisada conforme o delineamento original.

Tendo havido limitação na quantidade de material colhido em alguns tratamentos, as repetições foram reunidas e a análise estatística para Teores e extração de nutrientes foi feita sob um arranjo fatorial no qual

o efeito principal dos três fatores: Leg. FP e Ca e as respectivas interações duplas foram estudadas usando-se a interação tripla como resíduo.

Os parâmetros do solo foram analisados deste modo por terem sido também reunidas as repetições.

4 . RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Efeitos dos Tratamentos sobre Algumas Características Químicas do Solo

A análise do solo para os parâmetros descritos mostra que ele apresentou teores médios de M.O., acentuada acidez, teores muito baixos de Ca, Mg e de P, e valores médios de K. O Al trocável, embora relativamente baixo em valor absoluto, alcança um alto índice de saturação quando se consideram os baixos teores de bases, sendo possivelmente um dos principais responsáveis pelos efeitos desfavoráveis da acidez deste solo sobre os vegetais. Não houve efeito apreciável da incubação isoladamente, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise do solo sem corretivos e fertilizantes, antes e após a incubação.

	pH	Al ⁺⁺⁺ e.mg/100	Ca ⁺⁺ ml	Mg ⁺⁺ TFSA	K μg/ml	P TFSA	M.O. %	m
Original	4,4	0,5	0,1	0,2	32	1,0	3,9	57,0
Após 1ª incubação	4,4	0,5	0,2	0,2	38	0,8	3,8	55,5
Após 2ª incubação	4,3	0,5	0,1	0,2	36	traços	3,9	56,2

Quando a incubação foi feita juntamente com a adição de fertilizantes e do corretivo, os efeitos evidenciados foram os seguintes.

Os resultados da 1ª incubação mostram aumento dos teores de P e de Ca, principalmente no tratamento FR+S.

Tabela 2 - Análise do solo com FR e com FR+S após 1ª incubação.

	M.O. %	pH	Al ⁺⁺⁺ emg/100	Ca ⁺⁺ ml	Mg ⁺⁺ TFSA	K μg/ml	P TFSA
FR	3,9	4,2	0,6	0,2	0,3	37	0,7
FR + S	3,8	4,5	0,6	0,4	0,3	39	1,9

Os resultados da 2ª incubação confirmaram a tendência mostrada na tabela anterior, evidenciam a pobreza do solo em nutrientes minerais e M.O. e que o teor desta não foi influenciado nem pela calagem nem pela fonte de P. A elevação do pH pela calagem, embora constante, foi maior de Ca₀ para Ca₁ do que deste para Ca₂, em todas as fontes.

Tabela 3 - Análise do solo após a 2ª incubação, em função da calagem e da fonte de P.

		M.O. %	pH	Al ⁺⁺⁺ emg/100 ml	Ca ⁺⁺ ml	Mg ⁺⁺ TFSA	K µg/ml	P TFSA
0	Ca ₀	3,9	4,3	0,5	0,1	0,2	36	traços
	Ca ₁	3,9	4,5	0,3	0,6	0,8	36	traços
	Ca ₂	3,8	4,7	0,3	0,8	1,2	35	traços
FR	Ca ₀	3,7	4,0	0,7	0,4	0,3	44	2,1
	Ca ₁	4,0	4,4	0,4	0,6	0,8	38	1,6
	Ca ₂	3,8	4,7	0,2	1,0	1,4	39	2,4
SS	Ca ₀	3,9	4,2	0,5	0,7	0,3	40	traços
	Ca ₁	3,7	4,7	0,3	1,0	1,1	36	traços
	Ca ₂	3,9	4,8	0,1	1,3	1,3	38	traços
FRS	Ca ₀	3,9	4,2	0,5	0,3	0,4	39	1,0
	Ca ₁	3,8	4,6	0,3	0,8	1,0	44	3,0
	Ca ₂	4,0	4,8	0,2	1,3	2,1	52	1,6

O Al decresceu, como era esperado, com a calagem e não sofreu influência da fonte de P.

Os teores de Ca e de Mg se elevaram com a calagem, sendo maiores os aumentos dentro dos tratamentos com FRS e SS.

Os teores de K na ocasião da semeadura estavam discretamente superiores aos do solo original, possivelmente em resultado da mineralização da M.O. após a incubação.

A idéia de que os extratores ácidos de P superestimam a disponibilidade do nutriente em solos fertilizados com fosfato de rocha e subestimam os fertilizados com fontes de maior solubilidade (RAIJ, 1978) foi aqui confirmada: o solo que recebeu SS apresentou apenas traços de P, enquanto que o que recebeu FR (com ou sem S), apresentou até 3,0 µg/100 ml de TFSA deste nutriente.

A análise do solo, ao final do experimento, para cada leguminosa, vai apresentada nas Tabelas 9 a 15 do Apêndice.

4.1.1 - 0 pH

A variação do pH pode ser vista na Tabela 9, (Apêndice) e a análise de variância (quadro 9) evidencia efeitos altamente significativos ($P < 0,01$) para calagem, fontes de P e para leguminosas. Os contrastes de médias revelaram que os pH nos solos cultivados com capitata, calopogonio e galactia não diferiram entre si (4,98; 4,97 e 4,94, respectivamente) e foram superiores aos encontrados nos solos cultivados com centrosema e siratro (4,56 e 4,55, respectivamente), que não diferiram entre si.

Quadro 9 - Análise de Variância - pH do solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	8,80	-	-
Leguminosas	4	2,43	0,6075	33,2**
FP	3	1,86	0,6200	33,9**
Ca	2	3,70	1,8500	100,9**
FP x Leg	12	0,09	0,0075	0,41 ^{ns}
Ca x Leg	8	0,05	0,0063	0,34 ^{ns}
Ca x FP	6	0,23	0,0383	2,09 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,44	0,0183	CV= 2,82%

Quadro 9.a - Regressão - Efeito da Calagem sobre o pH do solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Calagem	2	3,69700	1,84850	101,01**
Reg. Linear	1	3,66025	3,66025	200,01**
Reg. Quadrática	1	0,03675	0,03675	2,01 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,44000	0,01830	

Quanto às fontes, os contrastes permitiram afirmar que o SS ficou em 1º lugar (pH = 5,09), seguido dos fosfatos que não diferiram entre si (FR 4,77 e FRS 4,74), ficando a testemunha em 3º lugar (pH = 4,61).

Quanto à calagem, houve efeito linear altamente significativo sobre o pH, atendendo à equação:

$$Y = 4,49750 + 0,20167x,$$

com valores estimados em 4,50; 4,80 e 5,10 para os níveis Ca_0 , Ca_1 e Ca_2 , respectivamente (Quadro 9.a).

4.1.2 - Matéria orgânica

Examinando-se a Tabela 10 (Apêndice) e Quadro 10, pode-se verificar não ter havido influência dos tratamentos sobre o teor de M.O. do solo.

Quadro 10 - Análise de Variância - % de MC no solo

F.V.	G.L.	S. Q.	Q.M.	F
Total	59	1,1698	-	-
Leguminosas	4	0,1690	0,0678	4,15 ^{ns}
FP	3	0,0072	0,0024	0,15 ^{ns}
Ca	2	0,0023	0,0012	0,07 ^{ns}
FP x Leg	12	0,4003	0,0334	2,05 ^{ns}
Ca x Leg	8	0,0710	0,0084	0,54 ^{ns}
Ca x FP	6	0,1283	0,0214	1,31 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,3917	0,0163	CV= 3,34%

4.1.3 - Alumínio trocável

O Al trocável sofreu, como esperado, grande influência da calagem, como pode ser visto na Tabela 11 e quadros 11, 11.a, 11.b e 11.c, sofrendo efeito linear na centrosema e no capitata e quadrático nas demais.

Quadro 11 - Análise de Variância teor de Al⁺⁺⁺ no solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	0,5458	-	-
Leguminosas	4	0,0050	0,00125	1,01 ^{ns}
FP	3	0,0232	0,00773	6,23 [*]
Ca	2	0,4333	0,21670	180,58 ^{**}
FP x Leg	12	0,0243	0,00202	1,63 ^{ns}
Ca x Leg	8	0,0250	0,00310	2,53 [*]
Ca x FP	6	0,0053	0,00090	0,71 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,0297	0,00124	CV= 21,99%

Quadro 11.a - Análise de Regressão - Efeito de calagem sobre o Al trocável no solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Calagem	2	0,4333	0,2167	180,56 ^{**}
Reg. Linear	1	0,4000	0,4000	333,33 ^{**}
Reg. Quadrática	1	0,0333	0,0333	27,76 ^{**}
Resíduo (b)	24	0,0297	0,0012	

Quadro 11.b - Desdobramento da interação Ca x Leguminosas.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Sty	2	0,0350	0,0175	14,58**
Ca dentro Cal	2	0,0870	0,0435	36,25**
Ca dentro Ce	2	0,1550	0,0775	64,58**
Ca dentro Si	2	0,0870	0,0433	36,11**
Ca dentro Gal	2	0,0950	0,0475	39,58**
Resíduo (b)	24	0,0297	0,0012	CV _b =21,99%

Quadro 11.c - Regressão - Efeito da calagem sobre o Al no solo para cada leguminosa.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Sty	2	0,03500	0,0175	14,58**
Reg. Linear	1	0,03125	0,0313	26,04**
Reg. Quadrática	1	0,00375	0,0038	3,13 ^{ns}
Ca x Cal	2	0,08700	0,0435	36,25**
Reg. Linear	1	0,08000	0,0800	66,67**
Reg. Quadrática	1	0,00700	0,0070	5,56*
Ca x Ce	2	0,1550	0,0775	64,58**
Reg. Linear	1	0,1513	0,1513	126,04**
Reg. Quadrática	1	0,0038	0,0038	3,13 ^{ns}
Ca x Si	2	0,0867	0,0433	36,11**
Reg. Linear	1	0,0800	0,0800	66,67**
Reg. Quadrática	1	0,0067	0,0067	5,58*
Ca x Gal	2	0,0950	0,0475	39,38**
Reg. Linear	1	0,0800	0,0800	66,67**
Reg. Quadrática	1	0,0150	0,0150	12,5*
Resíduo (b)	24	0,0297	0,0012	

4.1.4 - Cálcio

A variação dos teores de Ca, como se pode ver na Tabela 12 (Apêndice) e Quadro 12, permite evidenciar efeito altamente significativo ($P < 0,01$), tanto para calagem quanto para a fonte P. O efeito das fontes foi maior para SS (0,80 emg/100 ml TFSA), seguido dos fosfatos (FRS 0,70 e FR 0,65) e da testemunha (0,64).

A análise de regressão (Quadro 12.a) mostrou efeito linear, positivo e altamente significativo, expresso na equação:

$$Y = 0,3875 + 0,20833 x,$$

com valores estimados de 0,39; 0,70 e 1,00 para Ca_0 , Ca_1 e Ca_2 , respectivamente.

A interação Ca x Leguminosas foi significativa e, desdobrada (Quadro 12.b), mostrou o efeito da calagem sobre o teor de Ca no solo para cada espécie de leguminosa (Quadro 12.c).

Quadro 12 - Análise de Variância teor de Ca^{++} no solo

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	5,2698	-	-
Leguminosas	4	0,0440	0,00111	0,03 ^{ns}
FP	3	0,2365	0,07883	2,25 ^{ns}
Ca	2	3,9203	1,96020	55,92 ^{**}
FP x Leg	12	0,1027	0,00855	0,24 [*]
Ca x Leg	8	0,0480	0,00600	0,17 [*]
Ca x FP	6	0,0770	0,01280	0,37 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,8413	0,0350	CV= 26,75%

Quadro 12.a - Análise de Regressão - Efeito da calagem sobre o Ca^{++} no solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca	2	3,92033	1,96017	56,00 ^{**}
Reg. Linear	1	3,90625	3,90625	111,60 ^{**}
Reg. Quadrática	1	0,01405	0,01408	0,40 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,84130	0,03500	

Quadro 12.d - Teor de Ca^{++} no solo (emg/100 ml TFSA). Comparação de médias para efeitos de Leg, FP e interação FP x Leg, pelo Teste de Duncan.

	0	FR	SS	FRS	\bar{x} Leg
Sty	0,6 A ab	0,7 A ab	0,8 A a	0,8 A a	0,7 A
Cal	0,6 A ab	0,7 A ab	0,8 A a	0,6 A ab	0,7 A
Ce	0,7 A ab	0,7 A ab	0,8 A a	0,8 A a	0,7 A
Si	0,6 A ab	0,7 A ab	0,8 A a	0,7 A ab	0,7 A
Gal	0,6 A ab	0,5 B b	0,8 A a	0,7 A ab	0,7 A
\bar{x} FP	0,6 b	0,8 a	0,8 a	0,7 ab	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (nas colunas) ou da mesma minúscula (nas linhas), não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

Comparando-se as colunas pode-se observar que dentro de FR, as Leguminosas Sty, Cal, Ce e Si ficaram juntas em 1º lugar e a Gal em 2º; nas demais fontes não houve diferença estatística entre leguminosas. Comparando-se as linhas observa-se que para Sty e Ce, em 1º lugar ficaram SS e FRS, em 2º FR e testemunha; para Cal e Si, em 1º lugar SS e em 2º FR, FRS e testemunha; para Gal, em 1º lugar SS, em 2º FRS e testemunha e em 3º FR.

Quadro 12.b - Desdobramento da interação Ca x Leguminosas.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Sty	2	0,8017	0,4008	11,45**
Ca dentro Cal	2	0,7817	0,3908	11,17**
Ca dentro Ce	2	1,0517	0,5258	15,02**
Ca dentro Si	2	0,6717	0,3358	9,60**
Ca dentro Gal	2	0,6617	0,3308	9,45**
Resíduo (b)	24	0,8413	0,0350	

Quadro 12.c - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre o Ca⁺⁺ no solo para cada Leguminosa.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Sty	2	0,80167	0,40083	11,48**
Reg. Linear	1	0,78125	0,78125	22,32**
Reg. Quadrática	1	0,02042	0,02042	0,69 ^{ns}
Ca x Cal	2	0,78167	0,39083	11,17**
Reg. Linear	1	0,78125	0,78125	22,32**
Reg. Quadrática	1	0,00042	0,00042	0,012 ^{ns}
Ca x Ce	2	1,05167	0,52583	15,02**
Reg. Linear	1	1,05125	1,05125	30,04**
Reg. Quadrática	1	0,00042	0,00042	0,012 ^{ns}
Ca x Si	2	0,67167	0,33583	9,59**
Reg. Linear	1	0,66125	0,66125	18,89**
Reg. Quadrática	1	0,01042	0,01042	0,41
Ca x Gal	2	0,66167	0,33083	11,45**
Reg. Linear	1	0,66125	0,66125	22,32**
Reg. Quadrática	1	0,00042	0,00042	0,69 ^{ns}

4.1.5 - Magnésio

A Tabela 13 permite estudar a variação dos teores de Mg^{++} no solo. O Quadro 13 mostra que houve efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para calagem e fontes de P e efeito significativo ($P < 0,05$) para leguminosas.

Quadro 13 - Análise de Variância do teor de Mg^{++} no solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	5,3533	-	-
Leguminosas	4	0,0767	0,0192	4,17*
FP	3	0,1373	0,0458	9,96**
Ca	2	4,8403	2,4202	526,60**
FP x Leg	12	0,0527	0,0044	0,96 ^{ns}
Ca x Leg	8	0,0763	0,0095	2,07 ^{ns}
Ca x FP	6	0,0597	0,0100	2,17 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,1103	0,0046	CV= 14,42%

O contraste entre fontes de P ficou assim descrito: nos tratamentos onde houve maior crescimento (SS e FR) a remoção de Mg^{++} foi maior do que nos tratamentos onde o crescimento foi reduzido.

O contraste entre leguminosas pode ser assim descrito: o capitata, o siratro e a galactia removeram mais Mg^{++} do que a centrosema, que por sua vez removeu mais Mg^{++} do que o calopogonio.

A calagem produziu efeito linear altamente significativo (Quadro 13.a).

Quadro 13.a - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre o teor de Mg^{++} no solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca	2	4,84033	2,42017	526,12**
Reg. Linear	1	4,83025	4,83025	1.050,05**
Reg. Quadrática	1	0,01008	0,01008	2,19 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,11030	0,00460	

4.1.6 - Potássio

As variações nos teores de K^+ no solo são mostradas na Tabela 14, e a análise de variância (Quadro 14) evidencia que não houve efeito de calagem sobre o nível de K^+ no solo. Houve, entretanto, influência altamente significativa ($P < 0,01$) da leguminosa e da fonte sobre o teor deste nutriente no solo.

Quadro 14 - Análise de Variância - teor de K^+ no solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	3577,33	-	-
Leguminosas	4	821,33	205,33	12,06*
FP	3	1880,27	626,76	36,83**
Ca	2	6,93	3,47	-
FP x Leg	12	209,07	17,42	1,02 ^{ns}
Ca x Leg	8	145,07	18,13	1,06 ^{ns}
Ca x FP	6	106,13	17,69	1,04 ^{ns}
Resíduo (b)	24	408,53	17,02	CV= 20,32%

Tal resultado é devido, provavelmente, a maior extração do nutriente quando houve maior crescimento. Assim, os menores teores são encontrados nos vasos cultivados com capitata, galactia ou calopogonio (que não diferiram entre si) do que nos cultivados com centrosema e siratro. Também, nos vasos onde foi aplicado SS o teor de K^+ residual foi menor do que o encontrado nos vasos que receberam FR e FRS, que foram semelhantes entre si e inferiores do dos vasos testemunha. Nos vasos com capitata, galactia e calopogonio, os teores médios de K^+ foram reduzidos em 60% em relação aos teores encontrados na data da

semeadura, enquanto nos cultivados com siratro e centrosema as reduções foram em torno de 40%. Também a fonte que produziu o maior crescimento (SS) apresentou a maior redução no teor de K^+ no solo, seguida do FR e FRS que não diferiram entre si e foram diferentes estatisticamente dos teores encontrados nos vasos testemunha (sem fósforo).

4.1.7 - Fósforo

A variação dos teores de P no solo no final do ciclo pode ser vista na Tabela 15; a análise de variância (Quadro 15) mostra a grande diferença de efeito entre fontes e entre espécies de leguminosas. Em 1º lugar ficaram os tratamentos com fósforo de rocha e enxofre, superiores ($P < 0,01$) aos que receberam o fosfato apenas (sem enxofre), seguidos dos que receberam superfosfato simples, ficando o tratamento testemunha em último lugar. Note-se que o método de extração empregado (Mehlich) mascarou bastante os resultados, pois justamente os vasos com SS (onde houve maior crescimento) apresentaram teores de P inferiores aos obtidos nos vasos de FR e FRS, superando apenas a testemunha. Entre leguminosas, o siratro, a centrosama e a galactia ficaram em 1º lugar, seguidos da capitata e calopogonio, juntas em 2º lugar.

Quadro 15 - Análise de Variância - teor de P no solo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	35,4000	-	-
Leguminosas	4	4,0667	1,01668	6,05**
FP	3	21,4000	7,14667	42,51**
Ca	2	0,3000	0,15000	0,89 ^{ns}
FP x Leg	12	1,2666	0,10555	0,63 ^{ns}
Ca x Leg	8	3,0333	0,37920	2,26 ^{ns}
Ca x FP	6	1,3000	0,21670	0,22 ^{ns}
Resíduo (b)	24	4,0334	0,16810	CV= 19,52%

O efeito da calagem sobre o solo permitiu calcular as equações apresentadas no Quadro 15.a.

Quadro 15.a - Efeito da calagem sobre algumas características químicas do solo.

PARÂMETRO	EQUAÇÃO
Ca x pH	$Y = 4,4975 + 0,20167 x$
Ca x Al ⁺⁺⁺	$Y = 0,33918 - 0,2167 x + 0,05001 x^2$
Ca x Al ⁺⁺⁺ x Sty	$Y = 0,2125 - 0,0417 x$
Ca x Al ⁺⁺⁺ x Cal	$Y = 0,3391 - 0,2167 x + 0,05 x^2$
Ca x Al ⁺⁺⁺ x Ce	$Y = 0,2875 - 0,0917 x$
Ca x Al ⁺⁺⁺ x Si	$Y = 0,3391 - 0,2167 x + 0,05 x^2$
Ca x Al ⁺⁺⁺ x Gal	$Y = 0,39875 - 0,2917 x + 0,075 x^2$
Ca x Ca ⁺⁺	$Y = 0,3875 + 0,20833 x$
Ca x Ca ⁺⁺ x Sty	$Y = 0,4075 + 0,2083 x$
Ca x Ca ⁺⁺ x Cal	$Y = 0,3675 + 0,2083 x$
Ca x Ca ⁺⁺ x Ce	$Y = 0,3775 + 0,2417 x$
Ca x Ca ⁺⁺ x Si	$Y = 0,3925 + 0,1917 x$
Ca x Ca ⁺⁺ x Gal	$Y = 0,3825 + 0,1917 x$
Ca x Mg ⁺⁺	$Y = 0,1225 + 0,23167 x$

4.2 - Efeitos dos Tratamentos sobre as Plantas

4.2.1 - Produção de matéria seca na parte aérea

A variação global na produção de M.S. a 65°C na parte aérea pode ser vista nas Tabelas 16, 17 e 18. O efeito dos tratamentos pode ser resumido no Quadro 16, onde foi tomada a média das 3 repetições para cada um deles.

Quadro 16 - Matéria seca, a 65°C, na parte aérea, g/vaso (média de 3 repetições).

		Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	\bar{x}
0	Ca ₀	0,76	0,32	1,43	0,74	0,77	0,81
	Ca ₁	1,04	1,59	0,32	0,58	0,63	0,83
	Ca ₂	1,12	1,19	0,47	0,96	0,94	0,94
	\bar{x}	0,97	1,03	0,74	0,76	0,78	0,86
FR	Ca ₀	3,53	3,64	4,90	2,98	2,92	3,59
	Ca ₁	2,83	3,84	3,36	2,45	4,22	3,35
	Ca ₂	2,88	4,40	1,20	2,36	3,65	2,90
	\bar{x}	3,08	3,96	3,15	2,59	3,60	3,78
SS	Ca ₀	6,25	7,34	6,32	5,24	5,57	6,15
	Ca ₁	7,94	9,88	6,16	7,30	8,07	7,87
	Ca ₂	10,90	8,41	5,04	7,03	9,07	8,09
	\bar{x}	8,36	8,54	5,84	6,52	7,57	7,37
FRS	Ca ₀	3,62	4,67	1,56	2,56	2,36	2,95
	Ca ₁	1,74	2,83	1,46	2,54	2,35	2,58
	Ca ₂	1,51	3,71	1,81	1,64	2,41	2,21
	\bar{x}	2,29	3,74	1,61	2,25	2,37	2,45
\bar{X}		3,68	4,32	2,84	3,03	3,58	3,49

A análise de variância (Quadro 17) mostrou efeitos altamente significativos para leguminosas e para fontes de fósforo.

Quadro 17 - Análise de variância, - Matéria seca, a 65^oC, na parte aérea, g/vaso.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Parcelas	14	88,95	-	
Blocos	2	11,32	5,66	3,49 ^{ns}
Leguminosas	4	58,68	14,67	9,06**

Resíduo (a)	8	12,95	1,62	CV _a =36,35%
Subparcelas	59	1.195,30	-	
Parcelas	(14)	82,95	5,92	3,22**
FP	3	1.034,68	344,89	187,54**
FP x Leg.	12	22,50	1,88	1,02 ^{ns}

Resíduo (b)	30	55,17	1,84	CV _b =38,76%
Subsubparcelas	179	1.366,87	-	
Subparcelas	(59)	1.195,30	20,25	29,35**
Ca	2	1,44	0,72	1,04 ^{ns}
Ca x Leg.	8	18,88	2,36	3,42**
Ca x FP	6	41,24	6,87	9,96**
Ca x FP x Leg.	24	54,81	2,28	3,30**

Resíduo (c)	80	55,20	0,69	CV _c =23,73%

Os contrastes feitos (Quadro 17.a) para as leguminosas mostraram que o calopogonio e o capitata foram as leguminosas mais produtivas, porém não diferiram

significativamente da galactia, que não diferiu do sira-tro, que não diferiu da centrosema, a leguminosa menos pro-dutiva. Embora estas diferenças tenham sido altamente sig-nificativas, a centrosema alcançou cerca de 65,7% da mē-dia produzida pelo colopogônio, a mais produtiva. Os con-trastes entre fontes de P (Quadro 17.a) mostram que o su-perfosfato simples foi acentuadamente superior aos demais tratamentos, produzindo 857% em relação à testemunha (to-mada como padrão 100), enquanto o fosfato de rocha produ-ziu 381% e o fosfato de rocha com enxofre 285%; tais re-sultados são apoiados pelos encontrados por GRIPP e FREI-TAS (1968) e pela NORTH CAROLINE STATE UNIVERSITY (1974),
que também mostram alta eficiência da fonte mais solúvel pa-ra leguminosas. O enxofre não parece haver contribuído pa-ra acelerar a liberação de P, indicando assim que o melhor desempenho do superfosfato deve ser creditado muito mais
à disponibilidade de P do que à do S, embora não tenha si-do possível comprovar quimicamente a hipótese, em função
do método de extração empregado. Esta ineficiência do S
poderia também estar ligada à ausência, no solo usado, de
microorganismos capazes de agir sobre o nutriente apli-cado na forma elementar, acidificando o meio.

Quadro 17.a - Efeito de fontes de P e de leguminosas na produção de MS a 65°C - g/vaso (média das 3 repetições).

	PARTE AÉREA	RAIZ
FONTES DE P:		
Superfosfato simples	8,09 a	3,28 a
Fosfato de rocha	2,90 b	1,27 b
Fosfato de rocha com S	2,45 c	0,92 e
Testemunha	0,86 d	0,43 d
LEGUMINOSAS:		
Capitata	3,68 a	1,71 a
Calopogonio	4,32 a	1,36 ab
Centrosema	2,84 c	1,47 ab
Siratro	3,03 bc	1,89 a
Galactia	3,58 ab	0,92 b

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferiram entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

O efeito geral da calagem não foi significativo; esta afirmativa toma, entretanto, aspecto bem diverso quando são desdobradas as interações encontradas; os Quadros 17.b e 17.c permitem estudar a interação Ca x Leguminosas, onde se encontram efeitos lineares e altamente significativos para centrosema (negativo) e galactia (positivo). Para as demais leguminosas a calagem não produziu o efeito significativo ao ser considerada a média das diversas fontes de fósforo.

Quadro 17.b - Desdobramento da interação Ca x Leguminosas.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Sty	2	3,3808	1,6904	2,45 ^{ns}
Ca dentro Cal	2	1,9544	0,9772	1,42 ^{ns}
Ca dentro Ce	2	12,1441	6,0721	8,80**
Ca dentro Ci	2	0,7073	0,3536	0,51 ^{ns}
Ca dentro Gal	2	8,3699	4,1850	6,07**
Resíduo (c)	80	55,2000		

Quadro 17.c - Análise de regressão - Efeito da calagem para Ce e Gal.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Ce	2	12,14411	6,07206	8,80**
Reg. Linear	1	12,14104	12,14104	17,60**
Reg. Quadrática	1	0,00307	0,00307	0,004 ^{ns}
Ca x Gal	2	8,36991	4,18496	6,07**
Reg. Linear	1	7,35934	7,35934	10,67**
Reg. Quadrática	1	1,01057	1,01057	1,47 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Ao ser estudada a interação Ca x FP (quadros 17.d e 17.e) foi encontrada resposta positiva linear e altamente significativa à calagem quando a fonte de P foi o superfosfato simples. Quando a fonte de P foi o fosfato de rocha, a calagem produziu efeito linear significativo e negativo, ficando demonstrado que a

elevação do pH reduziu a disponibilidade do P nestas condições. Quando a fonte de P foi o fosfato de rocha com S, houve apenas tendência à redução da produção de M.S. com a calagem e quando o P foi oriundo exclusivamente do solo houve pequena tendência à elevação de produção na parte aérea.

Quadro 17.d - Desdobramento da interação Ca x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro 0	2	0,1389	0,0694	0,10 ^{ns}
Ca dentro FR	2	3,7202	1,8601	2,70 ^{ns}
Ca dentro SS	2	33,9654	16,9827	24,61**
Ca dentro FRS	2	2,2889	1,1445	1,66 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,2000	0,6900	

Quadro 17.e - Análise de Regressão - Efeito de Ca x SS e Ca x FR.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x SS	2	33,9654	16,98268	24,61**
Reg. Linear	1	16,9827	16,98268	24,61**
Reg. Quadrática	1	2,8612	2,86120	4,15*
Ca x FR	2	3,7202	1,8601	2,70 ^{ns}
Reg. Linear	1	3,6331	3,6331	5,27*
Reg. Quadrática	1	0,0871	0,0871	0,13
Resíduo (c)	80	55,2000	0,6900	

Embora a interação Leg x FP não tenha sido significativa, a interação tripla Ca x Leg x FP o foi ($P < 0,01$) e seu desdobramento (Quadros 17.f, 17.g, 17.h, 17.i, 17.j, 17.m, 17.n, 17.o) mostrou como cada leguminosa reagiu à calagem dentro de cada fonte de P.

Quadro 17.f - Desdobramento da interação Ca x Sty x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Sty,c/ Ø	2	0,21816	0,10908	0,16 ^{ns}
Ca dentro Sty,c/ FR	2	0,90509	0,45254	0,66 ^{ns}
Ca dentro Sty,c/ SS	2	33,18107	16,59053	24,04**
Ca dentro Sty,c/ FRS	2	8,07707	4,03853	5,85**
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Quadro 17.g - Análise de Regressão - Ca x Sty x SS e Ca x Sty x FRS.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Sty x SS	2	33,18107	16,59054	24,04**
Reg. Linear	1	32,38727	32,38727	46,94**
Reg. Quadrática	1	0,79380	0,79380	1,15 ^{ns}
Ca x Sty x FRS	2	8,07707	4,03804	5,85**
Reg. Linear	1	6,69927	6,69927	9,71**
Reg. Quadrática	1	1,37780	1,37780	2,00 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Quadro 17.h - Desdobramento da interação Ca x Cal x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Cal,c/ O	2	2,50136	1,25068	1,81 ^{ns}
Ca dentro Cal,c/ FR	2	0,93362	0,46681	0,68 ^{na}
Ca dentro Cal,c/ SS	2	9,73336	4,86668	7,05**
Ca dentro Cal,c/ FRS	2	5,08216	2,54108	3,68*
Resíduo (c)	80	5,52000	0,69000	

Quadro 17.i - Análise de Regressão - Ca x Cal x SS e Ca x Cal x FRS.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Cal x SS	2	9,73362	4,86668	7,05**
Reg. Linear	1	1,70667	1,70667	2,47 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	8,02669	8,02669	11,63**
Ca x Cal x FRS	2	5,08216	2,54108	3,68*
Reg. Linear	1	1,39202	1,39202	2,02 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	3,69014	3,69014	5,35*
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Quadro 17.j - Desdobramento da interação Ca x Ce x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Ce,c/ 0	2	3,97762	1,98881	2,19 ^{ns}
Ca dentro Ce,c/ FR	2	20,68407	10,34203	14,99**
Ca dentro Ce,c/ SS	2	2,90568	1,45284	2,11 ^{ns}
Ca dentro Ce,c/ FRS	2	0,19580	0,09750	0,14 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Quadro 17.l - Análise de Regressão - Efeito de Ca x Ce x FR.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Ce x FR	2	20,68407	20,34204	14,99**
Reg. Linear	1	20,49802	20,49802	29,71**
Reg. Quadrática	1	0,18605	0,18605	0,27 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Quadro 17.m - Desdobramento da interação Ca x Si x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Si,c/ 0	2	0,21802	0,10901	0,16 ^{ns}
Ca dentro Si,c/ FR	2	0,68109	0,34054	0,47 ^{ns}
Ca dentro Si,c/ SS	2	7,50042	3,75021	5,43**
Ca dentro Si,c/ FRS	2	1,66862	0,83431	1,121 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,20000		

Quadro 17.n - Análise de Regressão - Ca x SS x Si.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x SS x Si	2	7,50052	3,75021	
Reg. Linear	1	4,77042	4,77042	
Reg. Quadrática	1	2,73001	2,73001	
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Quadro 17.o - Desdobramento da interação Ca x Gal x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Gal,c/ 0	2	0,14429	0,07214	0,11 ^{ns}
Ca dentro Gal,c/ FR	2	0,54780	1,27390	1,85 ^{ns}
Ca dentro Gal,c/ SS	2	19,44009	9,72004	14,09**
Ca dentro Gal,c/ FRS	2	0,00576	0,00288	0,004 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,20000	0,69000	

Quadro 17.p - Análise de Regressão - Efeito de Ca x Gal x SS.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Gal x SS	2	19,44009	9,72004	14,09**
Reg. Linear	1	18,30507	18,30507	25,53**
Reg. Quadrática	1	1,13502	1,13502	1,65 ^{ns}
Resíduo (c)	80	55,20000		

Nos tratamentos sem fertilização fosfatada, a calagem trouxe tendência à redução da produção apenas para a centrosema e à elevação da produção para as demais. Nos tratamentos com fosfato de rocha houve efeito linear, negativo e altamente significativo da calagem para a centrosema; para a galactia e o calopogonio houve apenas tendência à elevação da produção e para o siratro e o capitata tendência à redução da produção. Nos tratamentos com superfosfato simples houve efeito linear, positivo e altamente significativo da calagem sobre a produção do capitata, da galactia e do siratro. Houve efeito, altamente significativo e quadrático para o calopogonio. Em presença do SS a calagem trouxe tendência à redução da produção para a centrosema. Nos tratamentos com fosfato de rocha e enxofre houve efeito linear, negativo e altamente significativo para o capitata. Para o calopogonio o efeito da calagem foi altamente significativo e quadrático. Para tal efeito não foi possível encontrar explicação nem nos dados de pH nem nos de disponibilidade de nutrientes no solo. Pode-se tentar a sugestão geral de que as respostas de produção estejam mais relacionadas ao melhor aproveitamento do P conseguido pela planta do que propriamente na maior absorção destes nutrientes, pois o teor de P na parte aérea não permite outra alternativa. Infelizmen-

te só seria possível esclarecer esta dúvida determinando o nutriente não solo por outro método (talvez Bray II, por exemplo). É oportuno lembrar ainda que, dos modelos matemáticos testados, o quadrático foi o que melhor se ajustou ao fenômeno biológico. Isto não significa que ele o represente de modo fiel, podendo-se notar uma distorção acentuada dos desvios nos tratamentos extremos e imaginar que um modelo exponencial talvez conseguisse delinear melhor o perfil da resposta.

Não houve efeito significativo de calagem nos tratamentos FRS para a centrosema, o siratro e a galactia (Quadro 17.q e Gráfico 1).

Quadro 17.q - Equação de regressão para os efeitos da calagem sobre a produção de M.S. da parte aérea.

PARÂMETRO	EQUAÇÃO
Ca dentro de Ce	$Y = 3,55125 - 0,47417 x$
Ca dentro de Gal	$Y = 3,0265 + 0,36917 x$
Ca dentro de SS	$Y = 6,399 + 0,64733 x$
Ca dentro de FR	$Y = 3,68 - 0,232 x$
Ca dentro de 0 c/ Sty	$Y = 0,79 + 0,12 x$
Ca dentro de 0 c/ Cal	$Y = 0,59833 + 0,28778 x$
Ca dentro de 0 c/ Ce	$Y = 1,22167 - 0,32111 x$
Ca dentro de 0 c/ Si	$Y = 0,65167 + 0,07222 x$
Ca dentro de 0 c/ Gal	$Y = 0,69833 + 0,05444 x$
Ca dentro de FR c/ Sty	$Y = 3,405 - 0,21667 x$
Ca dentro de FR c/ Cal	$Y = 3,58 + 0,25333 x$
Ca dentro de FR c/ Ce	$Y = 4,99833 - 1,23222 x$
Ca dentro de FR c/ Si	$Y = 2,90167 - 0,20778 x$
Ca dentro de FR c/ Gal	$Y = 3,235 + 0,24333 x$
Ca dentro de SS c/ Sty	$Y = 6,03667 + 1,54889 x$
Ca dentro de SS c/ Cal	$Y = 4,83474 + 6,36556 x - 2,00333 x^2$
Ca dentro de SS c/ Ce	$Y = 6,48 - 0,52667 x$
Ca dentro de SS c/ Si	$Y = 5,62833 + 0,59444 x$
Ca dentro de SS c/ Gal	$Y = 5,82333 + 1,16444 x$
Ca dentro de FRS c/ Sty	$Y = 3,34667 - 0,70444 x$
Ca dentro de FRS c/ Cal	$Y = 1,485 + 0,08333 x$
Ca dentro de FRS c/ Si	$Y = 2,71 - 0,30667 x$
Ca dentro de FRS c/ Gal	$Y = 2,34833 + 0,01444 x$

y - é a prod. de MS

x - é a dose de calcário em t/he dentro dos limites estudados

4.2.2 - Produção de M.S. nas raízes

A variação global na produção de M.S. a 65°C nas raízes pode ser vista nas Tabelas 19, 20 e 21 do Apêndice. O efeito dos tratamentos fica melhor evidenciado no Quadro 18, feito com a média das três repetições. A análise de variância pode ser vista no Quadro 19. Foi observada alta variação nos dados, possivelmente em razão do método pouco adequado de coleta de raízes, imposto pela necessidade de reutilizar o solo em novo ciclo, o que impossibilitou a separação usual pela lavagem do solo em peneira (o que danifica muito menos as raízes). Ainda assim, foram observados efeitos altamente significativos, tanto para as leguminosas quanto para as fontes de fósforo. Os contrastes realizados para as leguminosas, mostraram que o siratro, o capitata, a centrosema e o calopogonio não diferiram estatisticamente ($P < 0,01$) e que a centrosema e o calopogonio também não diferiram da galactia, a última colocada, que produziu cerca de 50% da produção média de raízes da melhor colocada (o siratro). As fontes de P mostraram efeito muito mais marcante sobre o desenvolvimento radicular do que a espécie de leguminosa, ficando em 1º lugar o superfosfato simples, seguido do fosfato de rocha em 2º, do fosfato de rocha com enxofre em

Quadro 18 - Raízes - Produção de M.S. a 65°C, g/vaso (média das 3 re-
petições.

		Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	\bar{x}
0	Ca ₀	0,28	0,34	1,01	0,51	0,52	0,53
	Ca ₁	0,35	0,54	0,21	0,37	0,32	0,36
	Ca ₂	0,37	0,39	0,31	0,54	0,34	0,39
	\bar{x}	0,33	0,42	0,51	0,47	0,39	0,43
FR	Ca ₀	2,01	1,18	2,42	1,57	0,92	1,62
	Ca ₁	0,86	1,19	1,58	1,49	0,98	1,22
	Ca ₂	0,96	1,29	0,65	0,95	0,97	0,96
	\bar{x}	1,27	1,22	1,55	1,34	0,95	1,27
SS	Ca ₀	3,45	2,34	3,06	4,39	1,71	2,99
	Ca ₁	3,79	2,89	3,30	5,59	1,65	3,44
	Ca ₂	5,70	2,51	2,86	4,23	1,76	3,41
	\bar{x}	4,31	2,58	3,07	4,74	1,71	3,28
FRS	Ca ₀	1,88	1,58	0,75	1,19	0,77	1,23
	Ca ₁	0,45	0,91	0,69	1,00	0,65	0,74
	Ca ₂	0,44	1,19	0,85	0,89	0,50	0,78
	\bar{x}	0,92	1,23	0,76	1,03	0,64	0,92
\bar{x}		1,71	1,36	1,47	1,89	0,92	1,47

Quadro 19 - Análise de variância - M.S. 65°C - Raízes.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Parcelas	14	23,92	-	
Blocos	2	1,69	0,85	3,38 ^{ns}
Leguminosas	4	18,22	4,55	9,08**
Resíduo (a)	8	4,01	0,50	CV _a =48,19%
Subparcelas	59	283,31	-	
Parcelas	(14)	23,92	1,71	8,99**
FP	3	213,64	71,21	375,42**
FP x Leg.	12	40,06	3,34	17,60**
Resíduo (b)	30	5,69	0,19	CV _b =29,63%
Subsubparcelas	179	326,61	-	
Subparcelas	(59)	283,31	4,80	24,00**
Ca	2	1,41	0,70	3,50*
Ca x Leg	8	6,14	0,77	3,81**
Ca x FP	6	5,22	0,87	4,32**
Ca x FP x Leg	24	14,44	0,60	2,99**
Resíduo (c)	80	16,10	0,20	CV _c =30,52%

3º e do tratamento testemunha em 4º lugar. Pode ser observado ainda que cada leguminosa teve seu perfil próprio de crescimento radicular, embora este nem sempre tenha apresentado a mesma correlação com a produção da parte aérea. Esta correlação seria provavelmente melhor observada em outros tipos de experimento, feitos a campo e, sobretudo, em regime de cortes repetidos; pode-se também lembrar que o peso não é a única forma de avaliar o sistema radicular, havendo mesmo outros métodos (comprimento total de raízes, por exemplo) que são às vezes mais adequados para estudar o desempenho da planta em suas relações com o solo. De qualquer modo ficou claramente demonstrada a importância da disponibilidade de P para o desenvolvimento radicular, embora as análises de solo não tenham confirmado isto.

Ao ser estudado o desenvolvimento radicular em conjunto com o da parte aérea, o quadro do crescimento das plantas torna-se mais coerente (Quadro 20), principalmente quando são consideradas as produções relativas ao melhor tratamento (SS).

Houve, assim, forte tendência a que as leguminosas que apresentaram o melhor desempenho relativo na produção da parte aérea também apresentassem bom desenvolvimento relativo de raízes.

Quadro 20 - Produções das leguminosas fertilizadas com fosfatos de rocha em relação à obtida com o superfosfato simples, tomado para índice 100.

TRATA- MENTO	LEGUMINOSAS				
	Sty	Cal	Ce	Si	Gal
FR	37	46	54	40	48
FRS	27	44	28	35	31
PARTE AÉREA (ordem de colocação)	59	19	29	49	39
FR	30	47	50	28	56
FRS	21	48	25	22	37
RAÍZES (ordem de colocação)	59	19	39	49	29

A interação entre fontes de P e leguminosas foi altamente significativa e, desdobrada, revelou diferença altamente significativa para o superfosfato simples e que o desempenho de cada leguminosa nesta fonte foi responsável pela maior parte do desempenho total (cerca de 60% da produção total de raízes). Nas outras fontes de P não houve diferenças significativas entre as leguminosas calopogonio, siratro e centrosema, que foram um pouco superiores ao capitata e à galactia, que também não diferiram entre si (Quadro 17.a, p. 84, e Quadro 21).

Quadro 21 - Desdobra do Trat. Leg. x FP sobre produção de MS de raízes. Efeito de fontes de P sobre o crescimento radicular médio de todas as leguminosas.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Leg dentro 0	4	0,1731	0,0433	0,23 ^{ns}
Leg dentro FR	4	1,6702	0,4176	2,20 ^{ns}
Leg dentro SS	4	55,6661	13,9165	73,37**
Leg dentro FRS	4	1,8742	0,4686	2,47 ^{ns}
Resíduo (b)	30	5,6906		

O efeito geral da calagem sobre o crescimento das raízes foi significativo, linear e negativo. (equação mostrada no quadro 28). A interação Ca x Leg foi altamente significativa e seu desdobramento é mostrado nos Quadros 22 e 23.

Quadro 22 - Desdobramento da interação Ca x Leg. sobre a produção de MS de raízes.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Sty	2	2,1821	1,0910	5,42**
Ca dentro Cal	2	0,0076	0,0038	0,02*
Ca dentro Ce	2	2,4989	1,2494	6,21**
Ca dentro Si	2	1,2891	0,6445	3,20*
Ca dentro Gal	2	0,0553	0,0277	0,14 ^{ns}
Resíduo (c)	80	16,1013	0,2013	

Quadro 23 - Análise de Regressão - Efeito de calagem sobre o crescimento radicular de cada leguminosa no conjunto das fontes de P.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x Sty	2	2,1821	1,0910	5,42**
Reg. Linear	1	0,0084	0,0084	0,04 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	2,1736	2,1736	10,80**
Ca x Cal	2	0,0076	0,0038	0,02*
Reg. Linear	1	0,0008	0,0008	0,004 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	0,0068	0,0068	0,034 ^{ns}
Ca x Ce	2	2,4989	1,2495	6,21*
Reg. Linear	1	2,4833	2,4833	12,34**
Reg. Quadrática	1	0,0156	0,0156	0,08 ^{ns}
Ca x Si	2	1,2891	0,6446	3,20*
Reg. Linear	1	0,4267	0,4267	2,12 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	0,8624	0,8624	4,28*
Ca x Gal	2	0,0553	0,0277	0,14 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,0451	0,0451	0,22 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	0,0102	0,0102	0,05 ^{ns}
Resíduo (c)	80	16,1013	0,2013	

Para o capitata, houve um efeito quadrático altamente significativo, com redução do desenvolvimento radicular no 2º e recuperação no 3º nível de calagem.

Para o calopogonio, houve tendência não significativa para redução do desenvolvimento radicular.

A centrosema sofreu redução linear altamente significativa e o siratro efeito significativo, positivo e quadrático; a galactia sofreu apenas tendência não significativa à redução de raízes.

A interação Ca x FP foi significativa e, desdobrada, revelou o seguinte (Quadros 24 e 25).

Na ausência de fertilização fosfatada não houve efeito significativo de calagem, havendo apenas tendência à redução das raízes. Nos tratamentos que receberam fontes de baixa solubilidade de P, a calagem produziu efeito linear, altamente significativo e negativo.

Quando o P foi oriundo da fonte solúvel, a calagem produziu efeito linear, significativo e positivo sobre o crescimento radicular. Fica assim demonstrado que o efeito da calagem esteve condicionado à presença de P disponível no solo e que, por si só, a calagem não foi capaz de liberar quantidades significativas de P no solo original.

Quadro 24 - Desdobramento da interação Ca x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro 0	2	0,2539	0,1269	0,63 ^{ns}
Ca dentro FR	2	3,2775	1,6388	8,14**
Ca dentro SS	2	1,9158	0,9579	4,76*
Ca dentro FRS	2	2,2889	1,1445	5,69**
Resíduo (c)	80	16,1013	0,2013	

Quadro 25 - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre o crescimento radicular dentro de cada fonte de P, para a média de todas as leguminosas.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x FR	2	3,2775	1,6388	8,14*
Reg. Linear	1	3,2275	3,2275	16,28**
Reg. Quadrática	1	0,0500	0,0500	0,25 ^{ns}
Ca x SS	2	1,9158	0,9579	4,76*
Reg. Linear	1	1,3188	1,3188	6,55*
Reg. Quadrática	1	0,5970	0,5970	2,97 ^{ns}
Ca x FRS	2	2,2889	1,1445	5,69**
Reg. Linear	1	1,5778	1,5778	7,83**
Reg. Quadrática	1	0,7111	0,7111	3,53 ^{ns}
Resíduo (c)	80	16,1013	0,2013	

A interação tripla foi altamente significativa e, desdobrada, mostrou o seguinte (Quadros 26, 27 e 28).

Quadro 26 - Desdobramento da interação Ca x FR x Leg.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro 0 c/ Sty	2	0,01269	0,00634	0,03 ^{ns}
Ca dentro 0 c/ Cal	2	0,06207	0,03103	0,015 ^{ns}
Ca dentro 0 c/ Ce	2	1,12809	0,56404	2,20 ^{ns}
Ca dentro 0 c/ Si	2	0,04736	0,02368	0,12 ^{ns}
Ca dentro 0 c/ Gal	2	0,07176	0,03588	0,18 ^{ns}
Ca dentro FR c/ Sty	2	2,42669	1,21335	6,03**
Ca dentro FR c/ Cal	2	0,02389	0,01194	0,06 ^{ns}
Ca dentro FR c/ Ce	2	4,70229	2,35115	11,68**
Ca dentro FR c/ Si	2	0,69796	0,34898	1,73 ^{ns}
Ca dentro FR c/ Gal	2	0,00669	0,00334	0,02 ^{ns}
Ca dentro SS c/ Sty	2	8,84349	4,42175	21,97**
Ca dentro SS c/ Cal	2	0,47722	0,23861	1,19 ^{ns}
Ca dentro SS c/ Ce	2	0,29982	0,14991	0,75 ^{ns}
Ca dentro SS c/ Si	2	3,30143	1,65072	8,20**
Ca dentro SS c/ Gal	2	0,01709	0,00854	0,04 ^{ns}
Ca dentro FRS c/ Sty	2	4,10916	2,05458	10,21**
Ca dentro FRS c/ Cal	2	0,67802	0,33901	1,68 ^{ns}
Ca dentro FRS c/ Ce	2	0,04247	0,02123	0,11 ^{ns}
Ca dentro FRS c/ Si	2	0,14207	0,07103	0,35 ^{ns}
Ca dentro FRS c/ Gal	2	0,10962	0,05481	0,27 ^{ns}
Resíduo (c)	80	16,10130	0,20130	

Quadro 28 - Equação de regressão para o efeito da calagem sobre o crescimento radicular variável.

PARÂMETRO	EQUAÇÃO
Ca dentro MS 65°C	$Y = 1,57458 - 0,06972 x$
Ca dentro Sty	$Y = 2,55406 - 1,57625 x + 0,52125 x^2$
Ca dentro Cal	$Y = 1,36583 - 0,00389 x$
Ca dentro Ce	$Y = 1,79167 - 0,21444 x$
Ca dentro Si	$Y = 1,50349 + 0,89607 x - 0,32832 x^2$
Ca dentro FR	$Y = 1,37733 - 0,07556 x$
Ca dentro SS	$Y = 3,07033 + 0,13978 x$
Ca dentro FRS	$Y = 1,14933 - 0,15289 x$
Ca dentro 0 c/ Sty	$Y = 0,28667 + 0,02889 x$
Ca dentro 0 c/ Cal	$Y = 0,44667 + 0,01778 x$
Ca dentro 0 c/ Ce	$Y = 0,86 - 0,23333 x$
Ca dentro 0 c/ Si	$Y = 0,455 + 0,01 x$
Ca dentro 0 c/ Gal	$Y = 0,47833 - 0,05889 x$
Ca dentro FR c/ Sty	$Y = 1,795 - 0,350 x$
Ca dentro FR c/ Cal	$Y = 1,16167 + 0,03889 x$
Ca dentro FR c/ Ce	$Y = 2,435 - 0,59 x$
Ca dentro FR c/ Si	$Y = 1,65333 - 0,20889 x$
Ca dentro FR c/ Gal	$Y = 0,925 + 0,01667 x$
Ca dentro SS c/ Sty	$Y = 4,4236 - 1,59888 x + 0,78333 x^2$
Ca dentro SS c/ Cal	$Y = 2,49667 + 0,05556 x$
Ca dentro SS c/ Ce	$Y = 3,177333 - 0,06889 x$
Ca dentro SS c/ Si	$Y = 2,80192 + 3,77449 x + 1,27668 x^2$
Ca dentro SS c/ Gal	$Y = 1,685 + 0,01667 x$
Ca dentro FRS c/ Sty	$Y = 1,64 - 0,48 x$
Ca dentro FRS c/ Cal	$Y = 1,42167 - 0,12778 x$
Ca dentro FRS c/ Ce	$Y = 0,70833 + 0,03444 x$
Ca dentro FRS c/ Si	$Y = 1,18167 - 0,10111 x$
Ca dentro FRS c/ Gal	$Y = 0,775 - 0,09 x$

Nos tratamentos testemunha não houve efeito significativo para qualquer leguminosa; para o capitata e o calopogonio houve tendência ao aumento do peso de raízes, enquanto para a centrosema, o siratro e a galactia houve tendência a reduzi-lo.

Nos tratamentos com fosfato de rocha houve efeito altamente significativo e negativo da calagem sobre o peso das raízes do capitata e da centrosema (Quadro 28). Houve ainda tendência à redução do peso de raízes no siratro e à elevação do peso de raízes na galactia. Não houve efeito da calagem sobre o peso de raízes do calopogonio nesta fonte de P.

Nos tratamentos com superfosfato simples houve efeito significativo e quadrático da calagem para o capitata e o siratro (Quadro 28).

Nos tratamentos com fosfato de rocha e enxofre houve efeito significativo, linear e negativo da calagem para o capitata. Para as demais leguminosas houve apenas tendência à redução do peso de raízes (Gráfico 2).

4.2.3 - Teores de nutrientes na parte aérea

4.2.3.1 - Macronutrientes

O efeito das fontes de P e das leguminosas sobre o teor de macronutrientes pode ser visto no Quadro 29.

4.2.3.1.1 - Nitrogênio

A variação dos percentuais de N na matéria seca da parte aérea pode ser vista na Tabela 22. Esses valores são normais para leguminosas tropicais (ANDREW e ROBINS, 1969a,c; ROBINSON e JONES, 1972 e WERNER *et alii*, 1975). A análise de variância (Quadro 30) mostrou efeito altamente significativo para fontes de P e significativo para espécies de leguminosas. Os contrastes demonstram variação inversa ao crescimento das plantas, encontrando-se teores menores nos tratamentos onde foi observado maior crescimento, o que já era esperado. A interação Ca x FP foi significativa e, desdobrada (quadro 30. b) mostrou efeito linear significativo de calagem nos tratamentos com FRS representado pela equação $y = 1,318 + 0,028 x$. Não houve efeito significativo de calagem sobre o teor de N na parte aérea das plantas sob outras fontes de P (Quadro 30.c).

Quadro 29 - Efeito da fonte de P e da leguminosa na percentagem de macronutrientes na parte aérea.

	NUTRIENTE				
	N	P	K	Ca	Mg
FONTE DE P:					
Testemunha	3,54 a	0,10 a	1,65 a	0,60 a	0,37 b
Fosfato de rocha com S	3,23 ab	0,11 a	1,46 ab	0,61 a	0,35 c
Fosfato de rocha	3,12 b	0,11 a	1,38 b	0,58 a	0,34 c
Superfosfato simples	2,57 c	0,10 a	0,84 c	0,62 a	0,44 a
LEGUMINOSA:					
Capitata	3,03 bc	0,11 ab	1,39 a	0,66 a	0,37 b
Calopogonio	2,93 c	0,09 b	1,24 a	0,50 a	0,32 c
Centrosema	3,25 ab	0,11 ab	1,28 a	0,72 a	0,36 b
Siratro	3,36 a	0,10 ab	1,37 a	0,55 a	0,56 a
Galactia	2,97 c	0,12 a	1,38 a	0,58 a	0,26 d

Médias seguidas da mesma letra (nas colunas) não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5%.

Quadro 30 - Análise de Variância - % de N na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	14,76		-
Leguminosas	4	1,71	0,43	3,58*
FP	3	7,36	2,45	20,42**
Ca	2	0,06	0,03	0,25 ^{ns}
FP x Leg	12	1,10	0,09	0,75 ^{ns}
Ca x Leg	8	0,69	0,09	0,75 ^{ns}
Ca x FP	6	0,96	0,16	1,33 ^{ns}
Resíduo (b)	24	2,88	0,12	CV= 11,14%

Quadro 30.a - Análise de variância - teor de N na parte aérea (% trans formada em $\sqrt{\text{arc sen } x}$.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	0,6150	-	-
Leguminosas	4	0,0775	0,0194	9,7**
FP	3	0,3553	0,1184	59,2**
Ca	2	0,0034	0,0017	0,85 ^{ns}
FP x Leg	12	0,0643	0,0054	2,70*
Ca x Leg	8	0,0345	0,0043	2,16 ^{ns}
Ca x FP	6	0,0312	0,0052	2,60*
Resíduo (b)	24	0,0488	0,0020	CV= 3,39%

Quadro 30.b - Efeito de calagem sobre o teor de N na parte aérea, dentro de cada fonte de P (média de todas as leguminosas).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro 0	2	0,00529	0,00265	1,32 ^{ns}
Ca dentro FR	2	0,00304	0,00152	0,76 ^{ns}
Ca dentro SS	2	0,00516	0,00258	1,29 ^{ns}
Ca dentro FRS	2	0,02105	0,01053	5,26*
Resíduo (b)	24	0,04880	0,00200	

Quadro 30.c - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre o teor de N na parte aérea com fosfato de rocha com enxofre.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x FRS	2	0,02105	0,01053	5,26**
Reg. Linear	1	0,01764	0,01764	8,82**
Reg. Quadrática	1	0,00341	0,00341	1,71 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,04880	0,00200	

A impossibilidade de contagem de nódulos torna difícil explicar tais efeitos. Uma possibilidade seria a melhor nodulação observada (embora não quantificada) para siratro e centrosema na citada fonte.

Quadro 30.d - Teor de N na parte aérea (% transformada em $\sqrt{\ar \text{ sen } x}$). Comparação de médias para efeitos de Leg, FP e interações FP x Leg, pelo Teste de Duncan.

	0	FR	SS	FRS	\bar{x} Leg
Sty	1,32 B a	1,28 B a	1,28 A a	1,34 B a	1,32 B
Cal	1,23 c b	1,27 B a	1,14 B c	1,32 B a	1,29 B
Ce	1,45 A a	1,37 A b	1,24 A c	1,39 AB a	1,36 A
Si	1,49 A a	1,38 A b	1,24 A c	1,43 A ab	1,39 A
Gal	1,42 A a	1,33 AB b	1,15 B c	1,32 B b	1,30 B
\bar{x} FP	1,42 a	1,33 c	1,21 d	1,36 b	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula (nas colunas) ou de mesma minúscula (nas linhas) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

Comparando-se as colunas observa-se que no tratamento testemunha à Ce, o Si e a Gal ficaram em 1º lugar, seguido de Sty em 2º e Cal em 3º, no FR, Si, Ce e Gal ficaram em 1º, Sty e Cal em 2º lugar; no SS, o Sty, Ce e Si ficaram em 1º, ficando Cal e Gal em 2º; no FRS o Si ficou em 1º, seguido da Ce em 2º e de Sty, Cal e Gal em 3º. Comparando-se as linhas observa-se que para o Sty não houve diferença estatística entre fonte de P; para Cal, os 1º foram FR e FRS, ficando o testemunho em 2º e o SS em 3º; para Ce, em 1º lugar ficaram testemunha e FRS, seguidos de FR em 2º e SS em 3º; para Si, o testemunha ficou em 1º lugar, em 2º FRS, em 3º FR e SS em 4º; para Gal, a testemunha foi o 1º, FR o 2º, FRS o 3º e SS o 4º lugar.

4.2.3.1.2 - Fósforo

A variação nos teores de P na parte aérea das plantas é descrita na Tabela 23 (Apêndice) e a análise de variância (Quadro 31) mostrou efeito altamente significativo para espécie de leguminosa. Os contrastes realizados permitiram colocar em 1º lugar a galactia (0,12% de P), seguida de Ce = Sty (0,11% de P) e siratro (0,10% de P) em 2º lugar e do colopogonio (0,09% de N) em 3º lugar).

Considerando-se a faixa ideal de P entre 0,18 e 0,20% (HUTTON, 1982), poder-se-ia imaginar que a fertilização utilizada ficou muito aquém de garantir suficiente concentração de P na solução do solo. Deve ser notado, entretanto, que a variação apresentada não encontra alta correlação com o desempenho das plantas, como foi visto no quadro de produção de M.S. Pode-se observar uma "diluição" do nutriente nos tratamentos de maior crescimento. Note-se ainda que a longa duração do ciclo (cortado aos 90 dias) levou ao envelhecimento fisiológico da planta, com transferência de nutrientes para iniciar a floração. Outro aspecto importante é que as produções de M.S. podem ser comparadas às apresentadas por WHITE (1972) e justificam a hipótese de que o desempenho das leguminosas foi normal, o que não ocorreria em caso de grave deficiência de P.

Quadro 31 - Análise de Variância - % de P na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	0,02197	-	-
Leguminosas	4	0,00780	0,00195	7,50 ^{**}
FP	3	0,00150	0,00050	1,92 ^{ns}
Ca	2	0,00037	0,00019	0,73 ^{ns}
FP x Leg	12	0,00390	0,00033	1,27 ^{ns}
Ca x Leg	8	0,00112	0,00014	0,54 ^{ns}
Ca x FP	6	0,00114	0,00019	0,74 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,00614	0,00026	CV= 15,99%

4.2.3.1.3 - Potássio

A variação nos teores de K^+ na parte aérea das plantas é estudada na Tabela 24. O Quadro 32 da análise de variância mostra efeito altamente significativo para fonte de P, como evidenciado pelo teste F. Os contrastes demonstram variação inversa ao crescimento das plantas motivada pela maior disponibilidade de P, como relatado por ANDREW e ROBINS (1969.b) para centrosema e siratro. Não houve efeito significativo da leguminosa, embora os teores encontrados em capitata, siratro e galactia tenham sido levemente superiores aos observados em centro

sema e calopogonio. Não houve efeito significativo da calagem sobre os teores de K^+ nas plantas.

Quadro 32 - Análise de Variância - % de K na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	7,34	-	-
Leguminosas	4	0,22	0,055	1,83 ^{ns}
FP	3	5,35	1,783	59,43 ^{**}
Ca	2	0,03	0,015	0,50 ^{ns}
FP x Leg	12	0,53	0,440	14,67 ^{**}
Ca x Leg	8	0,33	0,041	1,37 ^{ns}
Ca x FP	6	0,15	0,025	0,83 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,73	0,030	CV= 13,11%

4.2.3.1.4 - Cálcio

Observando-se a Tabela 25 nota-se que os teores de Ca^{++} na M.S. da parte aérea das plantas estão um pouco abaixo dos encontrados em vários trabalhos (ANDREW e ROBINS, 1969a,b; JONES e FREITAS, 1970; e WENER *et alii*, 1975). Não houve efeito significativo sobre o teor de Ca^{++} da espécie de leguminosa, da fonte de P e nem da calagem (Quadro 33).

Quadro 32:a - % de K^+ na parte aérea. Comparação entre médias para efeitos de Leg, FP e interações entre FP x Leg, pelo Teste de Duncan,

	0	FR	SS	FRS	\bar{x} Leg
Sty	1,73 AB a	1,42 A ab	0,87 A b	1,54 A a	1,39 A
Cal	1,54 AB a	1,23 A ab	0,79 A b	1,40 A a	1,24 A
Ce	1,37 B a	1,30 A ab	0,96 A b	1,48 A a	1,28 A
Si	1,77 AB a	1,57 A a	0,77 A b	1,39 A a	1,37 A
Gal	1,83 A a	1,36 A b	0,82 Ac	1,49 A ab	1,38 A
\bar{x} FP	1,65 a	1,38 b	0,84 c	1,46 A ab	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula (nas colunas) ou da mesma minúscula (nas linhas) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 1 %.

Comparando-se as colunas pode-se ver que no tratamento testemunha a Gal ficou em 1º, o Si, o Sty e Cal em 2º e Ce em 3º; nas demais fontes não houve diferença estatística entre leguminosas. Comparando-se as linhas pode-se ver que para Sty, Cal e Ce, o FRS e o testemunha ficaram em 1º, o FR em 2º e SS em 3º; para Si, o testemunha, FR e FRS ficaram em 1º e o SS em 2º; para Gal o testemunha foi o 1º, FRS o 2º, FR o 3º e SS o 4º.

Quadro 33 - Análise de Variância - % de Ca⁺⁺ na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total.	59	1,16737	-	-
Leguminosas	4	0,34246	0,08562	9,35 ^{**}
FP	3	0,01352	0,00451	0,49 ^{nS}
Ca	2	0,00210	0,00105	1,15 ^{nS}
FP x Leg	12	0,44339	0,03695	4,03 ^{**}
Ca x Leg	8	0,09840	0,01230	1,34 ^{nS}
Ca x FP	6	0,04759	0,00793	0,87 ^{nS}
Resíduo (b)	24	0,21991	0,00916	CV= 15,95%

4.2.3.1.5 - Magnésio

Na Tabela 26 pode-se observar a variação dos teores de Mg⁺⁺ na parte aérea das plantas. O Quadro 34 permite verificar efeito altamente significativo para leguminosas, para fontes de P e para calagem. Os contrastes realizados permitiram colocar em 1º lugar o siratro (0,56%) seguido do capitata (0,37%) e da centrosema (0,36%) que não diferiram entre si, ficando o calopogonio (0,32%) em 3º e a galactia (0,26%) em último lugar. Tais valores estão dentro dos limites apontados por outros autores, entre eles ANDREW e ROBINS (1969b,c), JONES e FREITAS (1970)

Quadro 33.a - % de Ca^{++} na parte aérea. Comparação entre médias para efeitos de Leg, FP e interações FP x Leg, pelo Teste de Duncan.

	0	FR	SS	FRS	\bar{x} Leg
Sty	0,68 B a	0,62 A a	0,69 A a	0,64 A a	0,66 AB
Cal	0,39 C a	0,49 B a	0,60 A a	0,54 A a	0,50 B
Ce	0,92 A a	0,73 A ab	0,64 A b	0,57 A a	0,72 A
Si	0,41 C b	0,47 B b	0,61 A ab	0,72 A a	0,55 B
Gal	0,61 BC a	0,57 AB a	0,55 A a	0,57 A a	0,58 B
\bar{x} FP	0,60 a	0,58 a	0,62 a	0,61 a	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula (nas colunas) ou da mesma minúscula (nas linhas) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 1%.

Comparando-se as colunas pode-se ver que no tratamento a testemunha a . Ce foi o 1º, seguido de Sty e Gal em 2º e de Cal e Si em 3º; no FR, Ce e Sty ficaram em 1º, a Gal em 2º e o Cal e Si em 3º, nas demais fontes não houve diferença estatística entre leguminosas. Comparando-se as linhas vê-se que para a Ce, o 1º foi o testemunha, seguido de FR em 2º, ficando SS e FRS em 3º; para Si, FRS ficou em 1º, SS em 2º e em 3º FR e testemunha; para Sty, Cal e Gal não houve diferença estatística entre fontes de P.

Quadro 34.d - % de Mg^{++} na parte aérea. Comparação de médias para efeitos de Lef, FP e interações FP x Leg, pelo Teste de Duncan.

	0	FR	SS	FRS	\bar{x} Leg
Sty	0,37 B a	0,33 AB a	0,45 B a	0,33 B a	0,37 B
Cal	0,30 B a	0,29 B a	0,39 B a	0,29 B a	0,32 BC
Ce	0,37 B a	0,31 B a	0,41 B a	0,33 B a	0,36 B
Si	0,56 A a	0,51 A c	0,64 A a	0,54 A a	0,56 A
Gal	0,23 B a	0,26 B a	0,30 B a	0,26 B a	0,26 C
\bar{x} FP	0,37 ab	0,34 b	0,44 a	0,35 b	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula (nas colunas) ou da mesma minúscula (nas linhas) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 1%.

Comparando-se as colunas pode-se ver que dentro de SS o Sty foi o 1º, Cal o 2º e as demais ficaram em 3º lugar; com as outras fontes não houve diferença significativa entre Leguminosas. Comparando-se as linhas, observa-se que não houve diferença entre fontes de P para qualquer Leguminosa.

e WERNER *et alii* (1975); para as fontes de P, os contrastes mostram em 1º lugar o SS (0,44%) seguido da testemunha (0,37%), ficando os tratamentos que receberam fontes menos solúveis de P em 3º lugar (FRS 0,35% e FR 0,34%) sem diferirem estatisticamente.

Quadro 34 - Análise de Variância - % de Mg na parte aérea

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	1,2666	-	-
Leguminosas	4	0,6229	0,1557	21,63**
FP	3	0,0898	0,0299	4,15*
Ca	2	0,2514	0,1257	17,46**
FP x Leg	12	0,0137	0,0011	0,15**
Ca x Leg	8	0,1107	0,0138	1,92 ^{ns}
Ca x FP	6	0,0055	0,0009	0,13*
Resíduo (b)	24	0,1726	0,0072	CV= 22,92%

A calagem produziu efeito linear, positivo e altamente significativo.

A interação Ca x FP foi altamente signi-ficativa e, desdobrada, mostrou efeitos lineares, signifi-cativos e positivos (Quadro 34.a), podendo ser observado que o efeito da calagem foi maior na fonte FR e menor no

SS, ficando o testemunha e o FRS juntos em 2º lugar. O efeito da calagem sobre os teores de Mg pode ser representado segundo as equações apresentadas no Quadro 34.c.

Quadro 34.a - Desdobramento da interação Ca x FP - Mg⁺⁺ na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro 0	2	0,08057	0,04029	5,60**
Ca dentro FR	2	0,06309	0,03155	4,33*
Ca dentro SS	2	0,04521	0,02261	3,14 ^{ns}
Ca dentro FRS	2	0,06804	0,03402	4,73*
Resíduo (b)	24	0,17260	0,00720	

Quadro 34.b - Análise de Regressão - Efeito da calagem sobre o teor de Mg⁺⁺ na parte aérea dentro de cada fonte de P.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x 0	2	0,08057	0,04029	5,60**
Reg. Linear	1	0,06561	0,06561	9,11**
Reg. Quadrática	1	0,01496	0,01496	2,08 ^{ns}
Ca x FR	2	0,06309	0,03155	4,38**
Reg. Linear	1	0,05776	0,05776	8,02**
Reg. Quadrática	1	0,00533	0,00533	0,74 ^{ns}
Ca x SS	2	0,04521	0,02261	3,14
Reg. Linear	1	0,03721	0,03721	5,17*
Reg. Quadrática	1	0,00800	0,00800	1,11 ^{ns}
Ca x FRS	2	0,06804	0,03402	4,73*
Reg. Linear	1	0,06561	0,06561	9,11**
Reg. Quadrática	1	0,00243	0,00243	0,34 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,17260	0,00720	

Quadro 34.c - Equações de regressão para as porcentagens de Mg na MS de P aérea. Percentagem de macronutrientes na parte aérea.

PARÂMETROS	EQUAÇÕES
Calagem	$Y = 0,29525 + 0,04983 x$
Ca dentro 0	$Y = 0,289 + 0,054 x$
Ca dentro FR	$Y = 0,264 + 0,05067 x$
Ca dentro SS	$Y = 0,379 + 0,04067 x$
Ca dentro FRS	$Y = 0,269 + 0,054 x$

onde y é o teor de Mg^{++} na p. aérea

x é a quantidade de calcário aplicada

4.2.3.2 - Micronutrientes

O efeito das fontes de P, das leguminosas sobre o teor de micronutrientes pode ser visto no Quadro 35.

4.2.3.2.1 - Cobre

O teor de Cu na parte aérea das plantas apresentou ampla faixa de variação, com limite mínimo de 0,94 ppm para o calopogonio nos tratamentos que receberam superfosfato simples em presença de calagem e máximo de 22,59 ppm para o siratro, no tratamento que recebeu fosfato de rocha sem calagem. Embora não tenha sido evidenciado durante o experimento nenhum sinal visual de deficiência deste nutriente, as médias encontradas estão abaixo

das apresentadas por WERNER *et alii* (1976) para o siratro e o estilosantes (Tabela 27).

Quadro 35 - Efeito da fonte de P e da leguminosa no teor de micronutrientes na parte aérea, em ppm.

	NUTRIENTES			
	Cu	Fe	Mn	Zn
FONTE DE P				
Testemunha	8 a	307 a	193 a	68 a
Fosfato de rocha com S	9 a	249 a	171 a	54 a
Fosfato de rocha	8 a	254 a	148 b	58 a
Superfosfato simples	3 a	227 a	114 c	36 b
LEGUMINOSA				
Capitata	7 bc	287 ab	228 a	75 a
Calopogonio	4 c	213 bc	85 d	41 c
Centrosema	10 a	346 a	179 b	47 bc
Siratro	9 a	276 ab	166 b	57 b
Galactia	6 bc	180 c	125 c	48 bc

A análise de variância (Quadro 36) mostrou efeitos altamente significativos para leguminosas e para fontes de P. Os contrastes realizados permitiram colocar a centrosema em 1º lugar, com a maior capacidade de extração e o calopogonio em 3º lugar, com a menor; as demais ficaram em 2º lugar, não diferindo estatisticamente entre si.

O efeito das fontes de P sobre o teor de Cu mostrou que apenas nos tratamentos com SS as plantas apresentaram teores inferiores aos demais. Isto tanto pode ser explicado por um efeito de "diluição" nos tratamentos onde houve maior crescimento, como pode resultar de uma diminuição da absorção do nutriente no solo em função do aumento de $H_2PO_4^-$ no meio (MALAVOLTA, 1975), embora não tenha sido possível confirmar quimicamente esta idéia.

Quadro 36 - Análise de Variância - teor de Cu na parte aérea (ppm).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	836,93	-	-
Leguminosas	4	282,43	70,61	18,39**
FP	3	291,60	97,20	25,31*
Ca	2	25,83	12,92	3,36 ^{ns}
FP x Leg	12	73,57	6,13	1,60 ^{ns}
Ca x Leg	8	45,17	5,65	1,47 ^{ns}
Ca x FP	6	26,27	4,38	1,14 ^{ns}
Resíduo (b)	24	92,06	3,84	CV= 27,98%

4.2.3.2.2 - Ferro

Os teores de Fe na M.S. da parte aérea são apresentados na Tabela 28, em função dos tratamentos. O valor mínimo encontrado foi de 109 ppm para a galactia (nos tratamentos com superfosfato simples sem calagem e no 2º nível de calagem) e o máximo de 672 ppm para a centrosema na ausência de fertilização fosfatada também no 2º nível de calagem. A média de 259 ppm encontrada no experimento está bem acima do nível ideal de 100 ppm (EPSTEIN, 1975) para as plantas em geral. Não foi possível, entretanto, perceber qualquer sinal de toxidez, nem mesmo nos níveis acima de 500 ppm. WERNER *et alii* (1975) observaram teores médios comparáveis aos encontrados neste trabalho, também sem encontrar sinais de toxidez.

A análise de variância (Quadro 37) mostrou efeito altamente significativo para leguminosas e fontes e os contrastes revelaram que a centrosema ficou em 1º lugar, o capitata e o siratro em 2º com níveis médios e o calopogonio e a galactia em 3º com os níveis mais baixos. A testemunha foi superior aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. A interação Ca x Leg foi altamente significativa e, desdobra (Quadro 37a.) revelou efeitos quadrático para a centrosema, e linear para a galactia, sem produzir efeito significativo nas demais leguminosas. Não foi, portanto, observado o efeito esperado por MALAVOLTA (1973) no presente trabalho.

Quadro 37.c - Desdobramento da Interação Ca x Leg - Teor de Fe na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Sty	2	14 063,17	7031,59	1,52 ^{ns}
Ca dentro CaI	2	612,17	306,09	0,07 ^{ns}
Ca dentro Ce	2	40 105,17	2052,59	4,33 [*]
Ca dentro Si	2	14 706,50	7353,25	1,59 ^{ns}
Ca dentro Gal	2	33 491,17	16745,59	3,62 [*]
Resíduo (b)	24	111 115,94	4628,83	

Quadro 37.d - Análise de Regressão - Efeito da calagem sobre Teor de Fe⁺⁺ na parte aérea de Ce e Gal.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro Ce	2	40 105,17	20 052,59	4,33 [*]
R. Linear	1	820,13	820,13	0,18 ^{ns}
R. Quadrática	1	39 285,04	39 285,04	8,49 ^{**}
Ca dentro Gal	2	33 491,17	16 745,59	3,62 [*]
R. Linear	1	24 090,13	24 090,13	52,73 ^{**}
R. Quadrática	1	9 401,04	9 401,04	2,03 ^{ns}
Resíduo (b)	24	111 115,94	4 628,83	

A ação da calagem sobre o teor de Fe na parte aérea da Ce e da Gal atende, respectivamente a um modelo Quadrática e Linear, expresso nas seguintes equações:

$$\text{Ca dentro de Ce : } y = -121,374 x^2 - 370,872 x + 153,824$$

$$\text{Ca dentro de Gal: } y = 36,583 x + 125,125$$

Quadro 37 - Análise de Variância - teor de Fe na parte aérea (ppm)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	607 278,90	-	-
Leguminosas	4	201 279,20	50 319,80	10,87 ^{**}
FP	3	51 261,29	17 087,10	3,69 [*]
Ca	2	10 586,82	5 293,41	1,14 ^{ns}
FP x Leg	12	74 623,53	4 974,90	1,07 ^{ns}
Ca x Leg	8	92 406,65	11 550,83	2,50 [*]
Ca x FP	6	66 005,47	11 000,91	2,38 ^{ns}
Resíduo (b)	24	111 115,94	4 628,83	CV= 26,22%

4.2.3.2.3 - Manganês

Os teores de Mn na M.S. da parte aérea das leguminosas são apresentados na Tabela 29, observando-se variação dentro da faixa descrita por WERNER *et alii* (1975). Não foram observados sinais de toxidez, nem mesmo quando os teores estiveram em torno de 300 ppm (para o ca pitata) nos tratamentos sem fertilização fosfatada.

O Quadro 38 de análise de variância, mostrou efeitos altamente significativos para leguminosas, fontes de P e calagem.

Quadro 38 - Análise de Variância - teor de Mn na parte aérea (ppm)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	232 759,63		-
Leguminosas	4	141 157,51	35 289,38	60,03**
FP	3	50 901,79	16 867,26	28,69**
Ca	2	15 216,02	7 608,01	12,94**
FP x Leg	12	4 559,08	379,92	0,64 ^{ns}
Ca x Leg	8	2 639,33	329,92	0,56 ^{ns}
Ca x FP	6	3 937,62	656,27	1,12 ^{ns}
Resíduo (b)	24	14 348,28	597,85	CV= 15,62%

Os contrastes revelaram que o capitata acumulou mais Mn do que qualquer outra leguminosa estudada, seguido da centrosema e do siratro (que não diferiu estatisticamente) e da galactia em 3º lugar; o calopogonio, significativamente inferior às demais leguminosas em sua capacidade de absorver Mn, ficou em último lugar.

O efeito da fonte de P evidenciou nítida redução do teor de Mn à medida que aumentava a disponibi-

lidade de P, cabendo lembrar aqui também a hipótese do efeito diluição quando foi maior a produção de M.S. resultante da mais elevada solubilidade do P.

A calagem produziu o esperado efeito negativo e linear (Quadro 38.a).

Quadro 38.a - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre o teor de Mn na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca	2	15.216,02	7.608,01	12,73**
Reg. Linear	1	14.565,67	14.565,67	24,36**
Reg. Quadrática	1	650,35	650,35	
Resíduo (b)	24	14.348,28	597,85	

4.2.3.2.4 - Zinco

A Tabela 30 apresenta a variação do teor de Zn na parte aérea das plantas em função dos tratamentos. A oscilação encontrada ficou dentro da faixa apresentada por WERNER *et alii* (1975), aparecendo os teores mais altos no tratamento testemunha (148 ppm) e no que recebeu apenas fosfato de rocha, sem calagem (144 ppm), ambos para o capitata. A média observada no experimento (54 ppm), está bem acima do valor apontado como ideal (20 ppm) por EPSTEIN (1975).

A análise de variância (Quadro 39) mostrou efeitos altamente significativos para leguminosas, para fontes de P e para a calagem. Os contrastes permitiram colocar o capitata em 1º lugar, o siratro em 2º, a galactia e a centrosema em 3º e o calopogonio em 4º lugar, inferior às duas leguminosas melhor colocadas.

Quadro 39 - Análise de Variância - teor de Zn na parte aérea (ppm)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	36 223,23	-	-
Leguminosas	4	8 415,12	2 103,78	6,50 ^{**}
FP	3	7 850,53	2 616,84	8,09 ^{**}
Ca	2	6 009,73	3 004,87	9,29 ^{**}
FP x Leg	12	2 014,12	167,84	0,52 ^{ns}
Ca x Leg	8	2 204,05	275,51	0,85 ^{ns}
Ca x FP	6	963,48	327,25	1,01 ^{ns}
Resíduo (b)	24	7 766,20	323,59	CV= 33,37%

O efeito da fonte de P mostrou que quanto maior foi a disponibilidade de P, menor tendeu a ser o teor de Zn, com redução a mais da metade quando se passou da testemunha ao superfosfato simples. Mais uma vez lembramos as duas explicações já apontadas anteriormente, o efeito de

diluição (pela maior produção de M.S.) e a redução na absorção e no transporte do nutriente para a parte aérea em função das concentrações mais altas de $H_2PO_4^-$ na solução do solo (MALAVOLTA, 1976).

A calagem teve o esperado efeito, negativo, que a regressão revelou ser linear (Quadro 39.a). Houve nítida redução da absorção de Zn pelas leguminosas pela elevação do pH, como demonstrou MALAVOLTA (1976) em experimento usando plântulas de laranjeira.

Quadro 39.a - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre o teor de Zn na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca	2	6.009,73	3.004,87	9,29**
Reg. Linear	1	5.635,16	5.635,16	17,42**
Reg. Quadrática	1	374,57	374,57	1,16 ^{ns}
Resíduo (b)	24	7.766,20	323,59	

Quadro 39.b - Efeito da calagem sobre os teores de micronutrientes na parte aérea (ppm).

	PARÂMETROS	EQUAÇÕES
Mn	Calagem	$Y = 175,5925 - 12,7217 x$
Zn	Calagem	$Y = 65,7693 - 7,91283 x$

4.2.4 - Quantidade de nutrientes na parte aérea

4.2.4.1 - Nitrogênio

Sendo o N contido na parte aérea oriundo em parte do solo (através de mineralização da matéria orgânica) e em parte da fixação biológica, o estudo de seu conteúdo, levando-se em conta os baixos teores de M.O. do solo, representa uma avaliação da atividade fixadora. Os valores encontrados na Tabela 31 resultaram na análise de variância (Quadro 40) que mostrou efeito altamente significativo para leguminosas e fontes, cujos contrastes revelaram que o calopogonio e o capitata não diferiram entre si e foram estatisticamente superiores às demais (que não diferiram entre si). O efeito de fontes de P foi muito maior que o das leguminosas, ficando em 1º lugar o superfosfato simples, seguida do fosfato de rocha e do fosfato de rocha com enxofre, colocando-se o tratamento testemunha em 4º lugar, todas diferindo estatisticamente ($P < 0,01$). A interação Ca x FP foi significativa ($P < 0,05$) e, desdobrada (Quadro 40.a), mostrou alta significância apenas para a calagem nos tratamentos com superfosfato simples. A análise de regressão mostrou que a calagem foi altamente benéfica ao conteúdo total de N na parte aérea das plan-

tas quando a fonte de P foi o superfosfato simples (Quadro 40.b).

Quadro 40 - Análise de Variância - quantidade de N na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	259 179,73	-	-
Leguminosas	4	7 348,73	1 837,18	2,43 ^{ns}
FP	3	199 730,80	66 576,93	87,89 ^{**}
Ca	2	504,93	252,47	0,33 ^{ns}
FP x Leg	12	15 374,20	128,10	0,17 ^{**}
Ca x Leg	8	6 197,07	774,63	1,02 ^{ns}
Ca x FP	6	11 830,00	1 971,67	2,60 ^{ns}
Resíduo (b)	24	18 180,00	757,50	CV= 27,8%

Quadro 40.a - Desdobramento da interação Ca x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x 0	2	16,53	58,27	0,08 ^{ns}
Ca x FR	2	1.539,73	769,87	1,01 ^{ns}
Ca x SS	2	10.256,93	5.128,47	6,77 ^{**}
Ca x FRS	2	521,73	260,87	0,34 ^{ns}
Resíduo (b)	24	18.180,00	757,50	

Quadro 40.c - Quantidade de N na parte aérea. Comparação de médias para efeitos de Leg, FP e interação entre FP x Leg, pelo Teste de Duncan

	0	FR	SS	FRS	\bar{x} Leg
Sty	30 A b	94 A b	248	68	110 A
Cal	36 A c	111 A b	192	113	113 A
Ce	27 A c	99 A ab	155	54	84 A
Si	29 A b	87 A b	177	80	93 A
Gal	27 A c	110 A ab	172	72	95 A
\bar{x} FP	30 c	100 b	189 a	78 b	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula (nas colunas) ou da mesma minúscula (nas linhas) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 1%.

Comparando-se as colunas pode-se ver que, dentro de SS, Sty ficou em 1º, Cal em 2º e as demais em 3º lugar; nas outras fontes não houve diferença estatística entre leguminosas. Comparando-se as linhas, observa-se que para o Sty, SS ficou em 1º, seguindo de FR, FRs e testemunha em 2º; para Cal, SS em 1º, seguido de FRS e FR em 2º e a testemunha em 3º; para Ce, SS em 1º, FR em 2º, FRS em 3º e a testemunha em 4º, para Si o SS em 1º, seguido de FR, FRS e testemunha em 2º, para a Gal, o SS em 1º, FR em 2º, FRS em 3º e a testemunha em 4º.

Quadro 40.b - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre a quantidade de N na parte aérea (com superfosfato simples).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x SS	2	10.256,93	5.128,47	6,77**
Reg. Linear	1	10.048,90	10.148,90	13,27**
Reg. Quadrática	1	208,03	208,03	0,27 ^{ns}
Resíduo (b)	24	18.180,00	757,50	

4.2.4.2 - Fósforo

A variação na quantidade de P na parte aérea (Tabela 32) permitiu montar o Quadro 41 de análise de variância, que mostrou diferenças altamente significativas entre fontes de P, ficando em 1º lugar o superfosfato simples, em 2º o fosfato de rocha, em 3º o fosfato de rocha com enxofre e em 4º lugar o tratamento testemunha. A interação calagem x fonte de P foi altamente significativa e, desdobrada (Quadro 41.a) revelou efeito marcado de calagem ($P < 0,01$) em presença do superfosfato simples. Tal fato pareceu estar ligado à influência do P na variação da produção de M.S., uma vez que o teor do nutriente não se alterou.

Quadro 41 - Análise de Variância - quantidade total de P na Parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	498,40	-	-
Leguminosas	4	18,31	4,58	3,88*
FP	3	373,73	124,58	105,58**
Ca	2	1,58	0,79	0,67 ^{ns}
FP x Leg	12	34,63	2,89	2,45*
Ca x Leg	8	15,47	1,93	1,64 ^{ns}
Ca x FP	6	26,41	4,40	3,73**
Resíduo (b)	24	28,27	1,18	CV= 30,09%

Quadro 41.a - Desdobramento da interação Ca x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x 0	2	0,11	0,06	0,04 ^{ns}
Ca x FP	2	1,36	0,68	0,57 ^{ns}
Ca x SS	2	24,36	12,18	10,32**
Ca x FRS	2	2,16	1,08	0,92
Resíduo (b)	24	28,27	1,18	

Quadro 41.c - Quantidade de P na parte aérea mg/vaso. Composição de médias para efeitos de Leg, FP e interações FP x Leg, pelo Teste de Duncan.

	O	FR	SS	FRS	\bar{x} Leg
Sty	0,86 A c	3,39 B b	10,56 A a	2,58 A b	4,35 A
Cal	0,81 A c	3,64 AB b	6,26 B a	3,58 A b	3,57 AB
Ce	0,79 A c	3,08 B b	7,19 B a	1,71 A c	3,19 B
Si	0,61 A c	2,36 B b	6,11 B a	2,36 A b	2,86 C
Gal	0,90 A d	4,54 A b	7,95 B a	3,01 A c	4,10 A
\bar{x} FP	0,79 c	3,40 b	7,61 a	2,65 b	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula (nas colunas) ou da mesma minúsculas (nas linhas) não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

Comparando-se as colunas pode-se ver que dentro de SS, o Sty ficou em 1º e as demais em 2º; dentro de FR, a Gal ficou em 1º, Cal em 2º e os demais em 3º; dentro de FRS e do testemunha não houve diferença estatística entre leguminosas. Comparando-se as linhas observa-se que para Cal e Sty, SS ficou em 1º lugar, FR e FRS em 2º e o testemunha em 3º; para Ce, SS em 1º, FR em 2º e FRS e testemunha em 3º; para Si, SS em 1º, FR e FRS em 2º e testemunha em 3º; para Gal, o SS em 1º, o FR em 2º e FRS em 3º e testemunha em 4º lugar.

Tabela 41.b - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre a quantidade de P na parte aérea (mg/vaso).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x SS	2	24,36	12,18	10,32
Reg. Linear	1	24,24	24,24	20,54**
Reg. Quadrática	1	0,12	0,12	0,10 ^{ns}
Resíduo (b)	24	28,27	1,18	

4.2.4.3 - Potássio

Os valores da quantidade de K^+ na parte aérea (Tabela 33) permitiram organizar o Quadro 42, onde foi encontrada significância para o efeito de leguminosas ($P < 0,05$) e de fontes de P ($P < 0,01$). Os contrastes efetuados para leguminosas colocaram o calopogonio em 1º lugar juntamente com o capitata, seguidos da galactia em 2º lugar e do siratro, juntamente com a centrosema em 3º lugar. Para fontes, o superfosfato simples ficou em 1º lugar, seguido dos fosfatos de rocha, que não diferiram entre si, ficando em 3º lugar o tratamento testemunha.

Houve tendência à redução da extração de K^+ à medida que se elevou o nível de calagem nos tratamentos que receberam fosfato de rocha e tendência à elevação pela calagem da quantidade de K^+ na parte aérea em presença do superfosfato simples.

Quadro 42 - Análise de Variância - Quantidade de K^+ na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	26 146,3	-	-
Leguminosas	4	1 612,8	403,2	3,36*
FP	3	18 068,3	6 022,8	50,19**
Ca	2	25,0	12,5	0,10 ^{ns}
FP x Leg	12	1 153,9	96,2	0,80 ^{ns}
Ca x Leg	8	650,5	81,3	0,68 ^{ns}
Ca x FP	6	1 754,9	292,5	2,44 ^{ns}
Resíduo (b)	24	2 880,9	120,0	CV= 28,09%

4.2.4.4 - Cálcio

A quantidade de Ca^{++} na parte aérea é apresentada na Tabela 34, que originou o Quadro 43 de análise de variância, mostrando efeito altamente significativo apenas para fontes de P; os contrastes permitiram colocar o superfosfato simples em 1º lugar, o fosfato de rocha (com e sem S) em 2º e o tratamento testemunha em 3º lugar.

Quadro 43 - Análise de Variância - Quantidade de Ca^{++} na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	3 826,2	-	-
Leguminosas	4	105,1	26,3	2,66 ^{ns}
FP	3	3 115,5	1 038,5	104,90 ^{**}
Ca	2	2,5	1,3	0,13 ^{ns}
FP x Leg	12	180,3	15,0	1,52 ^{ns}
Ca x Leg	8	122,8	15,4	1,56 ^{ns}
Ca x FP	6	63,0	10,5	1,06 ^{ns}
Resíduo (b)	24	237,0	9,9	CV= 31,46%

4.2.4.5 - Magnésio

A variação do conteúdo total de Mg na parte aérea das plantas (Tabela 35) originou o Quadro 44 de análise de variância, onde surgiram efeitos significativos para leguminosas, fontes e para a calagem. Os contrastes efetuados para leguminosas permitiram colocar em 1º lugar o siratro, que foi seguido do calopogonio e do capitata em 2º lugar, ficando em 3º a centrosema e a galactia.

As fontes de P foram assim ordenadas: em 1º o superfosfato simples, seguido do fosfato de rocha, em 3º o fosfato de rocha com S e em 4º lugar o tratamento testemunha.

A calagem produziu efeito significativo, linear e positivo sobre a quantidade de Mg na parte aérea das plantas (Quadro 44.a).

Quadro 44 - Análise de Variância - Quantidade de Mg^{++} na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	10 772,4	-	-
Leguminosas	4	549,9	137,5	3,9*
FP	3	7 552,5	2 517,5	70,9**
Ca	2	369,1	184,6	5,2*
FP x Leg	12	434,7	36,2	1,0 ^{ns}
Ca x Leg	8	529,4	66,2	1,9 ^{ns}
Ca x FP	6	484,0	80,7	2,3 ^{ns}
Resíduo (b)	24	852,8	35,5	CV= 42,6%

Quadro 44.a - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre o teor de Mg^{++} na parte aérea (média de 3 repetições).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca	2	369,1	184,6	5,2*
Reg. Linear	1	297,0	297,0	8,4**
Reg. Quadrática	1	72,1	72,1	2,0 ^{ns}
Resíduo (b)	24	852,8		

4.2.4.6 - Cobre

A variação da quantidade de Cu na parte aérea das plantas é descrita na Tabela 36, que originou o Quadro 45 de análise de variância, onde se vê o efeito significativo para leguminosas e altamente significativo para fontes de P. Os contrastes para leguminosas colocam em 1º lugar a centrosema e o siratro, seguidos do capitata e da galactia em 2º, ficando o calopogonio em 3º lugar. Entre fontes os contrastes permitiram o 1º lugar para o fosfato de rocha, seguido do superfosfato simples juntamente com o fosfato de rocha com S em 2º e do tratamento testemunha em 3º lugar.

Quadro 45 - Análise de Variância - Quantidade de Cu na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	9 065,7	-	-
Leguminosas	4	1 021,9	255,5	2,9*
FP	3	3 141,9	1 047,3	11,7**
Ca	2	504,4	126,1	1,4 ^{ns}
FP x Leg	12	763,9	63,7	0,7 ^{ns}
Ca x Leg	8	935,1	116,9	1,3 ^{ns}
Ca x FP	6	550,6	91,8	1,0 ^{ns}
Resíduo (b)	24	2 147,9	89,5	CV= 32,6%

4.2.4.7 - Ferro

Descrita na Tabela 37 a variação das quantidades de Fe na parte aérea das plantas, montou-se o Quadro 46 de análise de variância, que mostrou efeito altamente significativo para fontes de P e significativo para a interação Ca x FP.

Quadro 46 - Análise de Variância - Quantidade de Fe na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	26 607,340	-	-
Leguminosas	4	1 692,712	423,178	3,87 [*]
FP	3	16 856,183	5 618,728	51,39 ^{**}
Ca	2	143,064	71,532	0,65 ^{ns}
FP x Leg	12	2 670,541	222,546	2,04 ^{ns}
Ca x Leg	8	926,803	115,850	1,06 ^{ns}
Ca x FP	6	1 693,877	282,313	2,58 [*]
Resíduo (b)	24	2 624,159	109,340	CV= 38,89%

Os contrastes entre fontes mostraram o superfosfato simples em 1º lugar, seguido das outras fontes, que não diferiram estatisticamente, em 2º lugar.

Desdobrada a interação (Quadros 46.a e 46.b), foi encontrado efeito altamente significativo da calagem em presença do superfósforo simples, não havendo ação significativa nas outras fontes.

Quadro 46.a - Desdobramento da interação Ca x FP.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca dentro O	2	3.350	1.675	0,015 ^{ns}
Ca dentro FR	2	599.175	299.587	2,74 ^{ns}
Ca dentro SS	2	1.207.724	603.862	5,52*
Ca dentro FRS	2	26.692	13.342	0,12 ^{ns}
Resíduo (b)	24	2.624.159	109.340	

Quadro 46.b - Análise de regressão - Efeito da calagem sobre a quantidade de Fe na parte aérea em presença de superfósforo simples.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ca x SS	2	1.207.724	603.862	5,52*
Reg. Linear	1	112.148	112.142	1,02 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	1.095.576	1.095.576	10,02**
Resíduo (b)	24	2.624.159	109.340	

4.2.4.8 - Manganês

A variação da quantidade de Mn na parte aérea das leguminosas (apresentada na Tabela 38) permitiu montar o Quadro 47 de análise de variância, onde houve efeitos altamente significativos para leguminosas e para fontes de P.

Quadro 47 - Análise de Variância - Quantidade de Mn na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	7 601,328	-	-
Leguminosas	4	1 351,571	337,893	6,91 ^{**}
FP	3	3 522,860	1 174,287	24,02 ^{**}
Ca	2	121,353	60,676	1,24 ^{ns}
FP x Leg	12	715,558	59,629	1,22 ^{ns}
Ca x Leg	8	298,669	37,334	0,76 ^{ns}
Ca x FP	6	417,730	69,622	1,42 ^{ns}
Resíduo (b)	24	1 173,587	48,899	CV= 47,25%

Os contrastes aplicados para leguminosas colocaram em 1º lugar o capitato, em 2º a centrosema e o siratro e em 3º lugar a galactia e o calopogonio. Aplicados entre fontes, revelaram que o superfosfato simples fi

cou em 1º lugar, seguido do fosfato de rocha em 2º e do fosfato de rocha com S junto com o tratamento testemunha em 3º lugar.

4.2.4.9 - Zinco

Apresentado na Tabela 39, a variação nas quantidades de Zn na parte aérea das plantas possibilitou a montagem do quadro 48 de análise de variância, onde são vistos os efeitos altamente significativos para leguminosas e para fontes de P.

Quadro 48 - Análise de Variância - Quantidade de Zn na parte aérea.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	59	978,551	-	-
Leguminosas	4	120,139	30,035	2,65 ^{ns}
FP	3	371,190	123,730	10,92 ^{**}
Ca	2	27,159	13,580	1,20 ^{ns}
FP x Leg	12	56,091	4,674	0,41 ^{ns}
Ca x Leg	8	52,694	6,586	0,58 ^{ns}
Ca x FP	6	79,202	13,200	1,16 ^{ns}
Resíduo (b)	24	272,072	11,336	CV= 65,77%

Os contrastes entre leguminosas revelaram que a *capitata* foi a que mais acumulou Zn na parte aérea, seguida das demais em 2º lugar (sem diferenças significativas entre si). Aplicados para fontes de P, mostraram o superfosfato simples em 1º lugar, os tratamentos com fosfato de rocha em 2º e o tratamento testemunha em 3º lugar.

Quadro 49 - Equação de regressão para o efeito da calagem sobre a quantidade de nutrientes na parte aérea.

PARÂMETRO	EQUAÇÕES
N	$Y = 185,83 + 21,13333 x$
P	$Y = 6,05 + 1,04 x$
Mg ⁺⁺	$Y = 11,27 + 1,82 x$
Fe	$Y = 666,375 + 1.790,5 x - 573,3 x^2$

4.2.4.10 - Correlações entre a produção de M.S. e a quantidade de nutrientes na parte aérea

O Quadro 50 mostra as correlações entre a quantidade de cada um dos nutrientes avaliados e a produção de M.S. na parte aérea de cada leguminosa. No Quadro 51 pode ser vista a significância obtida (valor t) para cada coeficiente de correlação determinado na tabela anterior. Fica evidenciada a alta correlação entre a quantida-

de de macronutrientes na parte aérea e a produção de matéria seca, principalmente para o Ca e o P, seguidos do K e do N (embora para a galactia a correlação entre este último nutriente e a produção tenha sido mais baixa). O Mg foi, entre os macronutrientes medidos, o que apresentou menor correlação com o desempenho das plantas.

Quadro 50 - Correlação entre o conteúdo total do nutriente na parte aérea e a produção de M.S. na parte aérea das leguminosas.

NUTRIENTE	LEGUMINOSAS					\bar{x}
	Sty	Cal	Ce	Si	Gal	
N	0,9882	0,9764	0,9873	0,9936	0,5332	0,88
P	0,9903	0,9588	0,9830	0,8798	0,9864	0,96
K	0,9420	0,9052	0,9506	0,8782	0,9135	0,93
Ca	0,9963	0,9886	0,9641	0,9910	0,9964	0,99
Mg	0,8985	0,9024	0,9538	0,9267	0,0472	0,92
Cu	0,7353	0,2064	0,6478	0,3759	0,4592	0,48
Fe	0,0394	0,9385	0,9379	0,9026	0,8636	0,74
Mn	0,9470	0,9545	0,9266	0,6987	0,4730	0,80
Zn	0,8047	0,8959	0,9283	0,8399	0,8678	0,87

Quadro 51 - Significância dos valores de t para os coeficientes de correlação mostrados no Quadro 50.

NUTRIENTES	LEGUMINOSAS				
	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal
N	20,40 d	14,29 d	19,65 d	27,82 d	1,99 a
P	22,54 d	10,67 d	16,93 d	15,49 d	18,98 d
K	8,87 d	6,73 d	9,68 d	5,81 d	7,10 d
Ca	36,66 d	20,76 d	11,48 d	23,41 d	37,17 d
Mg	6,47 d	6,62 d	10,03 d	7,80 d	9,39 d
Cu	3,43 c	0,66 ^{ns}	2,69 b	1,22 ^{ns}	1,63 ^{ns}
Fe	0,12 ^{ns}	8,60 d	8,55 d	6,6 d	5,42 d
Mn	9,32 d	10,12 d	7,79 d	3,09 b	1,70 ^{ns}
Zn	4,29 c	6,38 d	7,89 d	4,89 d	5,52 d

Os valores tabelados para 10 G.L. são:

t	Probabilidade	Simbologia
1,81	P < 0,1	a
2,23	P < 0,05	b
3,17	P < 0,01	c
4,59	P < 0,001	d

Para os micronutrientes estudados, a correlação mais alta foi encontrada para o Zn e a mais baixa para o Cu, ficando o Fe e o Mn com coeficientes intermediários. Para o capitata, a quantidade de Fe absorvido não apresentou correlação com a produção de M.S.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

1ª) Os níveis de nutrientes no solo na data da colheita sofreram efeitos altamente significativos de fontes de P (Ca, Mg, K e P), de leguminosas (K e P) e da calagem (Ca e Mg). O efeito de leguminosas sobre os teores de Ca e Mg foi significativo. Não houve efeito significativo da calagem sobre os teores de K e de P no solo.

2ª) A calagem elevou o pH, neutralizou o Al trocável e reduziu a disponibilidade do P oriundo dos fosfatos de rocha (tanto na presença quanto na ausência de S), mesmo tendo havido incubação prévia do solo com as fontes de bai

xa solubilidade de P.

3ª) O superfosfato simples foi a fonte de P que apresentou melhor desempenho, atingindo produção acima de 800% da obtida com a testemunha, enquanto o fosfato de rocha produziu cerca de 380% na ausência de S e 285% na presença de S.

4ª) O capitata e o calopogonio confirmaram a alta adaptação ao solo em questão e a sua capacidade de produção sob condições adversas de fertilidade. A centrosema se destacou na ausência de calagem, sendo a melhor colocada nos tratamentos $0Ca_0$ e $FRCa_0$ e a 2ª colocada no tratamento $SSCa_0$.

5ª) O efeito médio da calagem foi de redução na produção da centrosema e elevação na da galactia, sendo incapaz de alterar significativamente a produção das outras leguminosas quando são tomadas a produção média de todas as fontes de P. Tendo, porém, havido significância para a interação tripla Ca x FP x Leg, o seu desdobramento mostrou que o efeito da calagem variou com a fonte de P para cada leguminosa.

6ª) O desenvolvimento radicular mostrou a esperada resposta à disponibilidade de P no solo, dentro do perfil próprio a cada espécie; o efeito da calagem pareceu estar mais ligado à disponibilidade de P do que à de Ca ou Mg no solo.

7ª) A produção de M.S. a 65°C de parte aérea apresentou correlação mais alta com a quantidade dos macro do que com a dos micronutrientes na planta. Para os macronutrientes avaliados foram determinados coeficientes de correlação que variaram de 0,99 para o Ca a 0,88 para o N e para os micronutrientes o coeficiente mais alto foi de 0,87 para o Zn e o mais baixo de 0,48 para o Cu.

6. LITERATURA CITADA

ALCALÁ BRAZÓN, C.A. 1971. Efeitos da aplicação de calcário, fósforo, potássio e inoculante sobre a produção de M.S., nodulção e composição química de Phaseolus atropurpureus D.C. (V. siratro). Tese de Mestrado. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", 61 f.

ANDRADE, I.F. 1981. Produção e composição química de leguminosas forrageiras tropicais cultivadas no cerrado. R. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, MG, 10(1):103-22.

ANDRADE, J. M. S.; SOUZA, R. M.; VILAÇA, H. A. 1970. Algumas considerações sobre o calopogônio (Calopogonium mucunoides Desv.). Seiva, Viçosa, MG, 71:103-7.

- ANDREW, C. S. 1978 Legumes and acid soils. In: DÖBEREINER, J.; BURRIS, R. H.; HOLLAENDER, A. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York, Plenum. p. 137-57.
- ANDREW, C. S. 1962. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: AUSTRÁLIA. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Tropical Pastures. A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pastures: a symposium. Farnham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureau. p. 130-46. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 46).
- _____. 1973. Eficiência de um fosfato de rocha norte africano (Marrocos) no suprimento do fosfato para Phaseolus atropurpureus e Lotononis bainesii. B. Indústr. anim., São Paulo, 30(1):51-8.
- _____. 1976. Effect of calcium, pH and nitrogen on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. I. Nodulation and growth. Austr. J. agric. Res., Melbourne, Vic., 27:611-23.
- _____. 1978. Legumes and acid soils, In: DÖBEREINER, J., ed. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York, Plenum. v. 10, p. 135-60.

- _____ & NORRIS, D. O. 1961. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate pasture legume species. Austr. J. agric. Res., Melbourne, Vic., 12(1):40-55.
- _____ & ROBINS, M. F. 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I Growth and critical percentages of phosphorus. Austr. J. Agric. Res., Melbourne, Vic., 20:665-74.
- _____ & _____. 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. II. Nitrogen, calcium, magnesium, potassium and sodium contents. Austr. J. Agric. Res., Melbourne, Vic. 20:675-85.
- ARMINGER, W. H. & FRIEND, M. 1958. Effect of particle size availability to plants of phosphorus in phosphate rock from various sources. J. Agric. Food Chem., New York, 6(7):539-43.
- BLOUARD, R. & THURIAUX, L. 1962. Stylosanthes gracilis, son comportment and son utilization in Congo. B. Inf. I.N.E.A.C., Bruxelles, 11:339-55.
- BOGDAN, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants; grasses and legumes. New York, Longman. 475 p.

- BRAGA, J. M. & AMARAL, F. A. L. 1971. Efeito de fontes de fósforo na variação do pH e disponibilidade de fósforo, cálcio e magnésio. R. Ceres, Viçosa, MG, 18(98):326-35.
- BURT, R. L.; CAMERON, D. G.; CAMERON, D. F.; MANNETJE, L.; LENNE, J. 1983. The role of Centrosema, Desmodium and Stylosanthes in improving tropical pastures. In: BURT, R.L.; ROTAR, P.P.; WALKER, J. L.; SILVEY, M. W. Improving tropical pastures Boulder. p. 141-81.
- CARVALHO; M. M.; MOZZER, O. L.; FERREIRA, J. G.; BAHIA FILHO, A. F. C. 1974. Efeito de fontes de fósforo de corretivos do solo em duas leguminosas tropicais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 11., Fortaleza, CE, 1974. Anais p. 326-7.
- _____ ; FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. C.; MOZZER, O. 1970. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um latossolo Vermelho-escuro fase cerrado. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil. Anais Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Instituto de Pesquisas Agronômicas do Centro-Sul. p. 109-20.

_____ ; _____ ; _____ ; _____ ; 1971. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um latossolo Vermelho-escuro, fase mata. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 6:285-90.

CHU, C. R.; MOSCHLER, W. W.; THOMAS, G. W. 1962. Rock phosphate transformations in acid soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 26:476-8.

COLEMAN, N. T. & THOMAS, E. W. 1967. The basic chemistry of soil acidity. In: PEARSON, R. W. & ADAMS, F. Soil acidity and liming. Madison, American Society of Agronomy. p. 1-41.

_____ ; JACKSON, W. A. 1960. Phosphate sorption reactions that involve exchangeable aluminium. Soil Sci., Baltimore, Md., 90:1-7.

COSTA, N. M. S. & FERREIRA, M. B. 1977. O gênero Stylosanthes no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. 38 p.

DAMSEAUX, J. 1956. Étude de trois légumineuses fourragères introduites au Congo Belge en vue de l'alimentation du bétail. B. Inf. I.N.E.A.C., Bruxelles, 42:93-111.

DEAN, L. A. & FRIED, M. 1953.

In: PIERRE, W. H. & NORMAN, A. G. Soil and fertilizer phosphorus in hop nutrition. New York, v. 4, p. 189-242.

DÜBEREINER, J. & ARONOVICH, S. 1965. Efeito da calagem e da temperatura do solo na fixação de nitrogênio em Centrosema pubescens Benth., em solo com toxidez de manganês. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, São Paulo, Brasil, 1965. Anais de 7 a 20 de janeiro. São Paulo, Departamento da Produção Animal, 1966.

EDYE, L. A.; BURT, R. L.; WILLIAMS, W. T.; WILLIAMS, R. J.; GROF, B. 1973. A preliminary agronomic evaluation of Stylosanthes species. Austr. J. agric. Res., Melbourne, Vic., 24():511-25.

EIRA, P. A.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, W. C. 1970. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil. Anais Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Instituto de Pesquisas Agronômicas do Centro-Sul. p. 121-38.

- ELLIS Jr., R.; QUADER, M. A.; TRUONG, E. 1955. Rock phosphate availability as influenced by soil pH. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 19:484-7,
- EPSTEIN, E. 1975. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Trad. por E. Malavolta. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 341 p.
- _____ & _____. 1978. Utilization of phosphate rock in tropical soils of Latin America. Cali, Centro Internacional de Agronomia Tropical. 31 f. Mimeo.
- _____ & _____. 1982. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina Tropical. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRONOMIA TROPICAL. Produção de pastagens em solos ácidos nos trópicos. Brasília, DF, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. p. 127-41.
- FENSTER, W.E. & LEON, L.A. 1982. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Tropical. In: Produção de Pastagens em Solos Ácidos dos Trópicos. Editerra Editorial, Brasília. 127-41.
- FERRARI, E.; SOUTO, S. M.; DOBEREINER, J. 1967. Efeito da temperatura do solo na nodulação e no desenvolvimento de soja-perene (Glycine javanica L.). Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 2:461-6.

FERREIRA, J. G.; CARVALHO, M. M.; BAHIA FILHO, A. F. C.; MOZZER, O. L. 1973. Efeito de fontes de fósforo e corretivos do solo em duas leguminosas tropicais. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto bovinos; relatório anual 1973-74. Belo Horizonte. p. 44-60.

FERREIRA, M. B. & COSTA, N. M. S. 1979. O gênero Stylosanthes no Brasil. Belo Horizonte, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. 107 p.

FOY, L. D. & BROWN, J. L. 1963. Toxic factors in acid soils. I. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wis., 27:403-7.

_____ & _____. 1964. Toxic factors in acid soils, II. Proc. Soil Sci. Amer. Soc., Madison, Wis., 28:27-32.

_____ & CARVALHO, M. M. 1970. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado, Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:147-53.

_____ ; BAHIA FILHO, A. F. C.; M, M. 1973. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja-perene var. Tinaroo (Glycine wightii) em solo de cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 8:197-202.

- FRANCO, A. A. 1978. Micronutrient requirements of legume-Rhizobium symbiosis in the tropics. In: DÜBEREINER, J.; BURRIS, R. H.; HOLLAENDER, A. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York, Plenum. p. 161-71.
- FREITAS, L. M. M. 1969. Nutrição de leguminosas forrageiras tropicais. Matão, SP, 1969. 17 f. Mimeo. Trabalho apresentado no I Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras, realizado do Centro de Nutrição Animal e Pastagens, Nova Odessa, SP, de _____ & PRATT, P. F. 1969. Respostas de três leguminosas a cálcio em diversos solos ácidos de São Paulo. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 4:89-95.
- GAVAZONI, J. C.; GOMIDE, J. A.; GOMES, J. C. 1979. Resposta do sítiro à aplicação de fósforo, potássio, calcário e micronutrientes. R. Soc. bras. Zoot., Viçosa, MG, 8:407,20.
- GROF, F. B.; SHULTZE-KRAFT, R.; MÜLLER, F. 1979. Stylosanthes capitata Vog., some agronomic attributes and resistance to anthracnose (Colletotrichum gloeosporioides Penz.). Trop. Grassld., Brisbane, Qd., 13(1):28-37.

- HALLSWORTH, E. G. 1958. Nutritional factors affecting nodulation. In: HALLSWORTH, E. G. Nutrition of the legumes. London, Butterworths. p. 183-201.
- HENZELL, E. F. 1968. Sources of nitrogen for Queensland pastures. Trop. Grassld., Melbourne, Vic., 2(1):1-17.
- HEWITT, E. J. 1958. Some aspects of mineral nutrition. In: HALLSWORTH, E. G. Nutrition of the legumes. London, Butterworths. p. 15-42.
- JACKSON, W. A. 1963. Aluminium bonding in soils: a unifying principle in soil science. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wis., 27:10-5, 1963.
- JOHNSON, R. E. & JACKSON, W. A. 1964. Calcium uptake and transport by wheat seedlings as affected by aluminum. Proc. Soil Soc. Amer., Madison, Wis., 28:382-6.
- JONES, M. B. & FREITAS, L. M. M. 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário, num Latossol Vermelho-Amarelo de campo cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:91-9.

_____ & QUAGLIATO, J. L. 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais e de alfafa a vários níveis de enxofre. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:359-63.

_____ ; _____ ; FREITAS, L. M. M. 1970. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais à aplicação de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. Pesq. agrop. bras., Rio de Janeiro, 5:209-14.

JOOS, L. L. & BLACK, C. A. Availability of phosphate soils as affected by particle size and contact bentonite and soils of different pH versus. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 15:69-75.

KAMPRATH, E. J. 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Proc. Soil Sci. Amer., Madison, 34:252-4.

KAMPRATH, E. S. 1972. Soil acidity and liming. In: COMMITTEE ON TROPICAL SOILS. Soils of the humid tropics. Washington, D. C., National Academy of Sciences. p. 136-49.

KOLLING, J.; STAMMEL, J. G.; KORNELIUS, E. 1974. Efeitos de calagem e de adubação fosfatada sobre a nodulação, nitrogênio total no tecido e produção de M.S. de leguminosas forrageiras de clima tropical. Agron. sulriogr., Porto Alegre, 10:267-80.

- LEAL, J. R. & VELLOSO, A. C. X. 1973. Dessorção de fosfato adsorvido em latossolos sob vegetação de cerrado, II. Reversibilidade da isoterma de adsorção de fosfato em relação ao pH da solução em equilíbrio. Pesq. agropec. bras., Brasília, DF, 8:89-92.
- LINDSAY, W. L. 1972. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. Micronutrients in agriculture. Madison, Soil Science Society of America. p. 41-57.
- LOVADINI, L. A. C. 1972. Comportamento de soja perene (Glycine wightii Verdc.) em solos ácidos em função das variações de pH, Al trocável e do fósforo aplicado como fosfato solúvel. Tese de Doutorado. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 94 f. Mimeo.
- _____ & BULISANI, E. A. 1971. Nutrição mineral de soja-perene (Glycyne wightii verdc.). I. Ensaio de adubação em solo de cerrado. Bragantia, Campinas, SP, 30(13):125-33.
- McCORMIC, L. H. & BORDEN, F. Y. 1974. The occurrence of Aluminum-phosphate precipitate in plant roots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Baltimore, MD., 38:931-4.

MALAVOLTA, E.; SARRUGE, J. R.; BITTENCOURT, V. C. 1977. Toxidez de alumínio e de manganês. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., Brasília, DF, 1976. IV Simpósio sobre o cerrado: bases para utilização agropecuária; coord. Mário G. Ferri. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia; São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, 1977. p. 275-301.

MATTOS, H. B. 1972. Efeitos da aplicação de calcário e micronutrientes sobre a nodulação de matéria seca, nodulação e composição química de Phaseolus atropurpureus DC cv. siratro. Tese de Doutorado. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 117 f. Mimeo.

_____ & ALCANTARA, P. B. 1976. Galactia striata, promissora leguminosa para o Brasil Central. Zootecnia, Nova Odessa, SP, 14:51-7.

_____ & WERNER, J. C. 1972. Efeito da aplicação de nutrientes minerais em Galactia striata cultivada em um solo de Nova Odessa. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 9., Viçosa, MG, 1972. Anais p. 261-2.

- _____ & _____. 1976. Competição entre cinco leguminosas de clima tropical. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Salvador, BA, 1976. Anais 11 a 15 de julho. Salvador, BA, Gráfica Central. p. 319-20.
- MOHLENBROCK, R. H. 1957. A revision of the genus Stylosanthes. An. Miss. Bot. Gdn., St. Louis,
- MOTT, G. O. & HUTTON, E. M. 1979. Handbook of the collection production and characterization of tropical forage germplasm resources. Cali, C.I.A.T. 95 p.
- MUNNS, D. N. 1965. Soil acidity and growth of a legume. II. Reaction of aluminium and phosphate in solution and effects of alluminium, phosphate, calcium and pH on Medicago sativa L. and Trifolium repens L. in solution culture. Austr. J. agric. Res., Melbourne, Vic., 16:743-55.
- _____. 1970. Nodulation of Medicago sativa in solution culture. V. Calcium and pH requirements during infection. Pl. Soil, The Hague, 37:90-102.
- _____ & FOX, R. L. 1977. Comparative lime requirements of tropical and temperate legumes. Pl. Soil, The Hague, 46(3):533-48.

_____ ; _____ ; KOCK, B. L. 1977. Influence of lime on nitrogen fixation by tropical and temperate legumes. Pl. Soil, The Hague, 46:591-601.

NEME, N. A. 1965. Adubos fosfatados e calcário na produção de forragens de soja perene (Glycine javanica L.) em terra roxa misturada (Latosol roxo). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, Brasil. Anais 7 a 20 de janeiro. São Paulo, Departamento de Produção Animal. 2 v. v. 2, p. 677-81.

_____ & LOVADINI, L. A. C. 1967. Efeito de adubos fosfatados e do calcário na produção de forragem de soja-perene (Glycine javanica L.) em terra de cerrado. Bragantia, Campinas, SP, 26(28) : 365-71.

_____ & NERY, J. P. 1965. Influência de adubos minerais e calcários na produção e composição química de leguminosas forrageiras. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, Brasil, 1965. Anais de 7 a 20 de janeiro. São Paulo, Departamento da Produção Animal, 1966. 2 v. v. 1, p. 665-70.

NEVES, M. C. P. 1981. Interdependência fisiológica entre os componentes dos sistema simbiótico Rhizobium-Leguminósas. R. bras. Ci. Solo, Campinas, SP, 5:72-92.

NORRIS, D. O. 1958. Lime in relation to the nodulation of tropical legumes. In: HALLSWORTH, E. G., ed. Nutrition of the legumes. London, Butterworths. p. 164-82.

_____. 1959. The role of calcium and magnesium in the nutrition of Rhizobium. Austr. J. agric. Res., Melbourne, Vic., 10:651-96.

NWOSU, N. A. 1960. Conservation and utilization of Stylosanthes gracilis. Trop. Agric., London, 37:61-7.

OLSEN, F. J. & MOE, P. G. 1971. The effect of phosphate and lime on establishment, productivity, nodulation and persistence of Desmodium intortum, Medicago sativa and Stylosanthes gracilis. E. Afr. agric. J., Nairobi, 31:29-37.

OLIVEIRA, M. L. C.; LOPES, E. S.; SILVA, M. T. R.; NAGAI, V. 1977. Influência da oxidação microbiológica do enxofre na solubilização da apatia de Araxá. R. bras. Ci. Solo, Campinas, SP, 1(1): 24-7.

PATTERSON, J. W. 1965. The effect of aluminum on the adsorption and translocation of calcium and other elements in young corn stock. Diss. Abstr., Ann Arbor, Mich., 25:6142-3.

- PEDREIRA, J. V. S. 1973. Criscimento estacional de leguminosas forrageiras. R. Soc. bras. Zoot., Viçosa, MG, 2(1):27-33.
- PIMENTEL GOMES, F. 1970. Curso de estatística experimental. ed. Piracicaba, Nobel. 430 p.
- PINTO, G. C. P. 1972. Viagem de observação ecológica e apreciação do potencial forrageiro no Centro e no Norte do Estado do Espírito Santo. Cruz das Almas, BA, Universidade Federal da Bahia. 30 f. Mimeo.
- QUAGLIATO, J. L. & NUTI, P. 1969. Efeito de calagem e micronutrientes na produção de leguminosas forrageiras em solos de cerrado. Nova Odessa, SP. 3 f. Mimeo. Trabalho apresentado no I Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras, realizado no Centro de Nutrição Animal e Pastagens, de 10 a 12 de setembro de 1969.
- RAIJ, B. 1978. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, SP, 2:1-9.
- RANZANI, G. 1971. Solos de cerrado no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1., São Paulo, Brasil, 1971. Anais...

- _____ ; FREIRE, O.; KINJO, T., BRASIL SOBRINHO, M. O. C. 1960. Aproveitamento dos campos cerrados para pastagens. I. Considerações edafológicas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 5 p.
- ROCHA, G. L. 1977. Possibilidade de utilização das terras de cerrados para pastos. Ci. e Cult., São Paulo, 29(9):1000-5.
- _____. 1983. Pastagens nativas da região sudeste no Brasil. Recife, 1983. 38 f. Mimeo. Trabalho apresentado no I Congresso Brasileiro de Forrageiras e Pastagens Nativas do Brasil, patrocinado por
- _____ ; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B.; PEDREIRA, J. V. S. 1968. As leguminosas e as pastagens tropicais. Nova Odessa, SP, 1968. 27 f. Mimeo. Trabalho apresentado no Seminário sobre Metodologia e Planejamento de Pesquisa com Leguminosas Tropicais, na V Reunião Latino-Americana de Rhizobium, realizada no Rio de Janeiro, de 22 a 31 de julho de 1970.
- RODRIGUES, L. R. A.; PEDREIRA, J. V. S.; MATTOS, H. B. 1975. Adaptação ecológica de algumas plantas forrageiras. Zootecnia, São Paulo, 13(4):201-8.

- RORISON, I. H. 1958. The effect of aluminium on legume nutrition. In: HALLS-WORTH, E. G., ed. Nutrition of the legumes. London, Butterworths. p. 43-61.
- SALINAS, J. G. & SANCHES, P. A. 1976. Soil plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. Ci. Cult., São Paulo, 28(8):156-68.
- SANTOS, H. L. 1971. Efeitos do zinco, boro, molibdênio e calagem na soja perene (Glycine javanica L.) em solos sob vegetação de cerrado, em condições de estufa. Tese de Mestrado. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. f. Mimeo.
- SCHULZE-KRAFT, R. & GIACOMETTI, D. 1979. Genetic of forage legumes for the acid, infertile savannas of Tropical America. In: SANCHEZ, P. A. & TERGAS, L. E. Pasture production in acid soils of the tropics. Cali, Centro Internacional de Agronomia Tropical. p. 56-64.
- _____ & _____. 1982. Recursos genéticos de leguminosas forrageiras para as savanas de solos ácidos e de baixa fertilidade da América Tropical. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRONOMIA TROPICAL. Produção de pastagens em solos ácidos nos trópicos. Brasília, DF. Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária. p.71-80.

- SIQUEIRA, C. & VELOSO, A. C. 1978. Adsorção da molibdato em solos sob vegetação de cerrado. R. bras. Ci. Solo, Campinas, SP. 2: 24-8.
- SKERMAN, P. J. 1977. Tropical forage legumes. Rome, Food and Agriculture Organization. 611 p.
- SOARES, W. V. 1979. Descrição geral dos solos de cerrado e progresso obtido na identificação de limitações reais e potenciais de nutrientes nos mesmos. In: BOOK, A. & GARDNER, A. L. Nutrição de plantas forrageiras em solos tropicais ácidos. Campo Grande, MS. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. p. 32-46.
- _____. & VARGAS, M. A. T. 1974. Ensaio exploratório de fertilização com duas leguminosas tropicais em três solos sob cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., Santa Maria, RS. 1974.
- SOUTO, S. M. & DOBEREINER, J. 1966. Fixação de nitrogênio e estabelecimento de duas variedades de soja perene (Glycine javanica L.) com tres níveis de fósforo e de cálcio, em solo com toxidez de manganês. Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, 4: 59-66.

_____. 1968. Efeito do fósforo, temperatura e umidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja perene (Glycine javanica L.). Pesq. agropec. bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 3:315-21.

_____. 1970. Efeito da temperatura do solo na fixação de nitrogênio em alfafa do nordeste (Stylosantes gracilis) e kudzy tropical (Pueraria javanica). Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:365-71.

_____; CARVALHO, S. R.; FRANCO, A. A. 1976. A importância do fósforo no estabelecimento de siratro sob diferentes níveis de sombreamento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Salvador, BA. Anais... Salvador, BA. p. 285.

SWABY, R. J. 1975. Biosuper-biological super phosphate. In: Sulphur in australian agriculture. Melachlan, Sidney University Press.

TARDIN, A. T. 1971. Respostas da soja perene (Glycine javanica L.) à calagem, inoculação e adubação fosfatada e potássica. Tese de Mestrado. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 27 f. Mimeo.

- TEITZEL, J. K. 1967. Responses to phosphorus, copper and potassium on a genetic loam of the wet tropical coast of Queensland. Trop. Grassld., Brisbane, Qd., 3:43-8.
- TOSI, H.; NAKAGAWA, J.; PASQUAL, A.; LIMA, L. A. 1973. Efeito da adubação fosfatada na produção de soja-perene (Glycine wightii L.) e siratro (Phaseolus atropurpureus D.C.). R. Soc. bras. Zoot., Viçosa, MG. 2(1):93-107.
- _____ ; _____ ; SILVEIRA, A. C.; KRONKA, S. N. 1979. Competição de leguminosas forrageiras em quatro níveis de adubação. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 8(3):376-85.
- TRUONG, E. 1948. Lime in relation to availability of plant nutrients. Soil Sci., Baltimore, Md., 65:1-7.
- TRUONG, N. V.; NADREW, C. S.; SKERMAN, P. J. 1967. Responses by siratro and Trifolium repens to nutrients on solodic at Bermudesert Queensland. Austr. Exper. Agric. Anim. Husb., Melbourne, Vic., 26: 232-6.
- VARGAS, M. A. T. & DOBEREINER, J. 1974. Efeito de níveis crescentes de calagem, manganês, magnésio e boro na simbiose de desenvolvimento vegetativo do Stylosanthes guyanensis. Pesq. agropec. bras., Sérg. Zoot., Brasília, DF, 9:21-8.

- WERNER, J. C. 1975. Uso de micronutrientes em pastagens. In: SIM PÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., Piracicaba, SP, 1975. Anais.. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1975. p. 87-111.
- _____ & MATTOS, H. B. 1974. Ensaio de fertilização com alguns micronutrientes em soja perene, Glycine wightii Willd. B. Indústr. anim., São Paulo, 31:313-24.
- _____ & _____ 1975. Ensaio de fertilização com quatro micronutrientes em Centrosema pubescens Benth. B. Indústr. anim., São Paulo, 32(1):123-35.
- _____ & _____. 1972. Estudos de nutrição de centrosema, Centrosema pubescens, Benth. B. Indústr. Anim., São Paulo, 29:375-91.
- _____ ; MONTEIRO, F. A.; MATTOS H. B. 1975. Emprego de micronutrientes na forma de elementos traços fundidos (E.T.F.) em leguminosas forrageiras tropicais. B. Indústr. anim., São Paulo, 32:247-61.
- _____ ; _____ ; _____. 1976. Emprego de micronutrientes na forma de FTE em leguminosas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Salvador, BA. Anais... Salvador, BA. p. 368-9.

_____ ; _____ ; SANTOS, M. A. 1975. Fatorial B x Mo x Cu x Zn em Centrosema pubescens Benth com solo de São José de Rio Preto, SP. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Brasília, DF, 1975. Anais... Brasília, DF

_____ ; KALIL, E. B. ; PIMENTEL GOMES, F. ; PEDREIRA, J. V. S. ; ROCHA, G. L. ; SARTINI, H. J. Competição de adubos fosfatados. B. Indústr. anim., São Paulo, 25:139-49.

_____ ; MOURA, M. P. ; MATTOS, H. B. ; CAIELLI, E. L. ; MELLOTTI, L. 1976. Velocidade de estabelecimento e produção de ferro de dez leguminosas forrageiras e do capim gordura. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Salvador, BA. Anais... Salvador, BA. p. 370-1.

WHITEMAN, P. C. 1979. Tropical pasture science. Oxford, University Press. 391 p.

WHYTE, R. O. ; MOIR, T. R. G. ; COOPER, J. P. 1959. Grasses in agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization 417 p.

A P É N D I C E

TABELA 9 - Efeito da calagem, da fonte de P e da Leguminosa sobre a pH do solo (\bar{x} 3 repetições). Amostragem feita no dia da colheita.

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	4,4	4,1	3,9	4,3	20,9	4,2
	Ca ₁	4,7	4,3	4,5	4,8	23,3	4,7
	Ca ₂	5,2	4,6	4,8	5,2	24,9	5,0
	Σ	14,3	13,0	13,2	14,3	69,1	-
	\bar{x}	4,8	4,3	4,4	4,8	-	4,6
FR	Ca ₀	4,7	4,3	4,3	4,5	22,3	4,5
	Ca ₁	5,2	4,6	4,3	5,1	24,2	4,8
	Ca ₂	5,2	4,7	4,7	5,2	25,0	5,0
	Σ	15,1	13,6	13,3	14,8	71,5	-
	\bar{x}	5,0	4,5	4,4	4,9	-	4,8
SS	Ca ₀	4,8	4,5	4,7	4,9	24,0	4,8
	Ca ₁	5,4	5,0	4,9	5,3	25,8	5,2
	Ca ₂	5,5	5,2	4,9	5,4	26,5	5,3
	Σ	15,7	14,7	14,5	15,6	76,3	-
	\bar{x}	5,2	4,9	4,8	5,2	-	5,1
FRS	Ca ₀	4,6	4,2	4,2	4,6	22,4	4,5
	Ca ₁	4,9	4,3	4,5	4,8	23,4	4,7
	Ca ₂	5,2	4,9	4,9	5,2	25,3	5,1
	Σ	14,7	13,4	13,6	14,6	71,1	-
	\bar{x}	4,9	4,5	4,5	4,9	-	4,7
Σ	Ca ₀	18,5	17,1	17,1	18,3	89,6	4,5
	Ca ₁	20,2	18,2	18,2	20,0	96,7	4,8
	Ca ₂	21,1	19,4	19,3	21,0	101,7	5,1
	Σ	59,8	54,7	54,6	59,3	288,0	-
	\bar{x}	5,0	4,6	4,6	4,9	-	4,8

TABELA 10,- Influência da calagem, da fonte de P e da Leguminosa sobre a % de M.O. do solo. Amostragem feita no dia da colheita.

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	3,9	3,4	3,7	3,9	4,0	18,9
	Ca ₁	3,7	3,7	4,0	3,9	4,2	19,5
	Ca ₂	3,8	3,8	3,9	3,9	3,8	19,2
	Σ	11,4	10,9	11,6	11,7	12,0	57,6
	\bar{x}	3,8	3,6	3,9	3,9	4,0	3,84
FR	Ca ₀	3,9	3,9	3,8	4,0	4,0	19,6
	Ca ₁	3,5	3,9	4,0	3,8	3,9	19,1
	Ca ₂	3,4	3,7	4,0	3,9	3,9	18,9
	Σ	10,8	11,5	11,8	11,7	11,8	57,6
	\bar{x}	3,6	3,8	3,9	3,9	3,9	3,84
SS	Ca ₀	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	19,1
	Ca ₁	3,7	3,8	3,7	4,0	3,7	18,9
	Ca ₂	3,9	3,8	3,7	4,0	3,8	19,2
	Σ	11,30	11,4	11,2	11,9	11,4	57,2
	\bar{x}	3,8	3,8	3,7	4,0	3,8	3,81
FRS	Ca ₀	3,8	3,8	3,9	3,8	3,7	19,0
	Ca ₁	3,9	3,8	3,7	3,8	3,8	19,0
	Ca ₂	3,9	4,0	3,9	3,8	3,9	19,5
	Σ	11,6	11,6	11,5	11,4	11,4	57,5
	\bar{x}	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,83
Σ	Ca ₀	15,3	14,9	15,2	15,6	15,6	76,6
	Ca ₁	14,8	15,2	15,4	15,5	15,6	76,5
	Ca ₂	15,0	15,3	15,5	15,6	15,4	76,8
	Σ	45,1	45,4	46,1	46,7	46,6	229,9
	\bar{x}	3,8	3,8	3,8	3,9	3,9	3,83

TABELA 11 - Efeito da calagem, da fonte de P e de Leguminosa sobre Al⁺⁺⁺ no solo (\bar{x} 3 repetições). emg/100 ml TFSA. Amostragem feita no dia da colheita.

	Sty	Ca	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,2	0,3	0,3	0,3	1,4	0,3
	Ca ₁	0,2	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1
	Ca ₂	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	0,1
	Σ	0,5	0,5	0,4	0,5	2,4	-
	\bar{x}	0,2	0,2	0,1	0,2	-	0,2
FR	Ca ₀	0,3	0,3	0,3	0,3	1,5	0,3
	Ca ₁	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	0,1
	Ca ₂	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	0,1
	Σ	0,5	0,5	0,4	0,5	2,5	-
	\bar{x}	0,2	0,2	0,1	0,2	-	0,2
SS	Ca ₀	0,2	0,2	0,3	0,3	1,2	0,2
	Ca ₁	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1
	Ca ₂	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,04
	Σ	0,4	0,3	0,4	0,3	1,9	-
	\bar{x}	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,1
FRS	Ca ₀	0,2	0,3	0,3	0,3	1,4	0,3
	Ca ₁	0,1	0,2	0,2	0,1	0,8	0,2
	Ca ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1
	Σ	0,4	0,6	0,6	0,5	2,7	-
	\bar{x}	0,1	0,2	0,2	0,2	-	0,2
Σ \bar{x}	Ca ₀	0,9	1,1	1,2	1,1	5,5	0,3
	Ca ₁	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	0,1
	Ca ₂	0,4	0,3	0,1	0,3	1,5	0,1
	Σ	1,8	1,9	1,8	1,9	9,5	-
	\bar{x}	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,2

TABELA 12 - Efeito da calagem da fonte de solo e da Leguminosa sobre o Ca^{++} no solo (\bar{x} 3 repetições). emg/100ml TFSA.
Amostragem feita no dia da colheita.

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,3	0,4	0,3	0,3	1,6	0,3
	Ca ₁	0,6	0,8	0,8	0,7	3,5	0,7
	Ca ₂	1,0	0,9	0,8	0,9	4,5	0,9
	Σ	1,9	2,1	1,9	1,9	9,6	-
	\bar{x}	0,6	0,7	0,6	0,6	-	0,6
FR	Ca ₀	0,3	0,3	0,4	0,4	1,8	0,4
	Ca ₁	0,8	0,7	0,7	0,5	3,5	0,7
	Ca ₂	0,9	1,0	0,9	0,7	4,5	0,9
	Σ	2,0	2,0	2,0	1,6	9,8	-
	\bar{x}	0,7	0,7	0,7	0,5	-	0,8
SS	Ca ₀	0,5	0,4	0,4	0,5	2,3	0,5
	Ca ₁	0,9	0,8	0,7	0,8	3,9	0,8
	Ca ₂	1,0	1,3	1,2	1,1	5,8	1,2
	Σ	2,4	2,5	2,3	2,4	12,0	-
	\bar{x}	0,8	0,8	0,8	0,8	-	0,8
FRS	Ca ₀	0,4	0,4	0,4	0,3	1,8	0,3
	Ca ₁	0,8	0,7	0,7	0,7	3,5	0,7
	Ca ₂	1,1	1,2	0,9	1,1	5,2	1,0
	Σ	2,3	2,3	2,0	2,1	10,5	-
	\bar{x}	0,8	0,8	0,7	0,7	-	0,7
Σ	Ca ₀	1,5	1,5	1,5	1,5	7,5	0,4
	Ca ₁	3,1	3,0	2,9	2,7	14,4	0,7
	Ca ₂	4,0	4,4	3,8	3,8	20,0	1,0
	Σ	8,6	8,9	8,2	8,0	41,9	-
	\bar{x}	0,7	0,7	0,7	0,7	-	0,7

TABELA 13 - Efeito da calagem, da fonte de P e da Leguminosa sobre o M_g^{++} no solo (\bar{x} 3 repet.). Amostragem feita no dia da colheita.

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1
	Ca ₁	0,4	0,6	0,7	0,6	2,8	0,6
	Ca ₂	0,9	0,9	0,7	0,9	4,2	0,8
	Σ	1,4	1,6	1,5	1,6	7,6	-
\bar{x}	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	
FR	Ca ₀	0,1	0,1	0,1	0,1	0,50	0,1
	Ca ₁	0,5	0,5	0,5	0,4	2,30	0,5
	Ca ₂	0,7	0,9	0,8	0,6	3,70	0,7
	Σ	1,3	1,5	1,4	1,1	6,50	-
\bar{x}	0,4	0,5	0,5	0,4	-	0,4	
SS	Ca ₀	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1
	Ca ₁	0,4	0,4	0,4	0,4	1,9	0,4
	Ca ₂	0,7	0,9	0,7	0,7	3,7	0,7
	Σ	1,2	1,4	1,2	1,2	6,1	-
\bar{x}	0,4	0,5	0,4	0,4	-	0,4	
FRS	Ca ₀	0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	0,1
	Ca ₁	0,6	0,6	0,5	0,5	2,7	0,5
	Ca ₂	0,9	1,1	0,8	1,0	4,5	0,9
	Σ	1,6	1,9	1,4	1,6	7,8	-
\bar{x}	0,5	0,6	0,5	0,5	-	0,5	
$\Sigma \bar{x}$	Ca ₀	0,4	0,5	0,4	0,4	2,2	0,1
	Ca ₁	1,9	2,1	2,1	1,9	9,7	0,5
	Ca ₂	3,2	3,8	3,0	3,2	16,1	0,8
	Σ	5,5	6,4	5,5	5,5	28,0	-
\bar{x}	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	

TABELA 14 - Efeito da calagem, fonte de P e da Leguminosa sobre o teor de K^+ no solo (\bar{x} 3 repetições). Amostragem feita no dia da colheita.

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	28	28	32	28	148	30
	Ca ₁	20	40	36	24	152	30
	Ca ₂	20	40	28	24	136	27
	Σ	68	108	96	76	436	-
	\bar{x}	23	36	32	25	-	29
FR	Ca ₀	20	20	24	20	100	20
	Ca ₁	16	20	20	12	84	17
	Ca ₂	12	28	20	20	92	18
	Σ	48	68	64	52	276	-
	\bar{x}	16	23	21	17	-	18
SS	Ca ₀	12	16	16	12	68	14
	Ca ₁	12	16	16	12	68	14
	Ca ₂	12	20	12	12	68	14
	Σ	36	52	44	36	204	-
	\bar{x}	12	17	15	12	-	14
FRS	Ca ₀	12	32	16	16	88	18
	Ca ₁	12	32	24	20	112	22
	Ca ₂	16	28	20	20	104	21
	Σ	40	92	60	56	304	-
	\bar{x}	13	31	20	19	-	20
Σ	Ca ₀	72	96	88	76	404	20
	Ca ₁	84	108	96	68	416	21
	Ca ₂	68	116	80	76	400	20
	Σ	224	320	264	220	1.220	-
	\bar{x}	19	27	22	18	-	20

TABELA 15 - Efeito de calagem, da fonte de P e da Leguminosa sobre o teor de P no solo mg/ml TFSA (\bar{x} 3 repetições). A amostragem feita no dia da colheita.

	Sty	Cal	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	1	2	2	1	7	1
	Ca ₁	1	1	2	1	6	1
	Ca ₂	1	1	2	2	7	1
	Σ	3	4	6	4	20	-
	\bar{x}	1	1	2	1	-	1
FR	Ca ₀	2	2	2	3	11	2
	Ca ₁	2	4	2	3	13	3
	Ca ₂	2	2	3	2	11	2
	Σ	6	8	7	8	35	-
	\bar{x}	2	3	2	3	-	2
SS	Ca ₀	1	2	2	2	9	2
	Ca ₁	1	2	2	2	8	2
	Ca ₂	2	2	2	2	10	2
	Σ	4	6	6	6	27	-
	\bar{x}	1	2	2	2	-	2
FRS	Ca ₀	2	4	3	3	14	3
	Ca ₁	3	3	3	2	14	3
	Ca ₂	3	2	4	4	16	3
	Σ	8	9	10	9	44	-
	\bar{x}	3	3	3	3	-	3
Σ \bar{x}	Ca ₀	6	10	9	9	41	2
	Ca ₁	7	10	9	8	41	2
	Ca ₂	8	7	11	10	44	2
	Σ	21	27	29	27	126	-
	\bar{x}	2	2	2	2	-	2

TABELA 16 - Produção de M.S. a 65°C - P. aérea g/vaso g/vaso - Bloco I

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,30	1,27	0,60	0,81	3,84	
	Ca ₁	1,92	0,25	0,44	0,38	3,81	
	Ca ₂	1,44	0,48	1,34	1,25	5,29	
	Σ	3,66	2,00	2,38	2,44	12,94	
	\bar{x}						
FR	Ca ₀	3,36	4,28	3,43	2,62	17,05	
	Ca ₁	2,09	3,03	2,43	3,79	15,40	
	Ca ₂	3,86	1,11	2,35	3,50	15,75	
	Σ	9,31	8,42	8,21	9,91	48,20	
	\bar{x}						
SS	Ca ₀	6,20	3,61	4,05	5,46	25,93	
	Ca ₁	8,04	4,36	7,49	5,09	32,50	
	Ca ₂	13,07	4,39	7,46	6,32	37,44	
	Σ	27,31	12,36	19,00	16,87	95,87	
	\bar{x}						
FRS	Ca ₀	3,50	1,50	3,03	2,16	14,34	
	Ca ₁	1,60	2,04	1,80	1,32	9,53	
	Ca ₂	1,36	1,33	1,67	2,41	10,76	
	Σ	6,46	4,87	6,50	5,89	34,63	
	\bar{x}						
	Ca ₀						
	Ca ₁						
	Ca ₂						
Σ	45,54	47,25	27,65	36,09	35,11	191,64	
\bar{x}							

TABELA 17 - Produção de MS a 65°C - P. aérea g/vaso - Bloco II

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
Ca ₀	0,61	0,37	1,63	0,68	0,75	4,04	
Ca ₁	1,53	1,33	0,25	0,50	0,31	3,92	
Ca ₂	1,89	1,01	0,55	0,93	0,60	4,98	
Σ	4,03	2,71	2,43	2,11	1,66	12,94	
\bar{x}							
Ca ₀	4,31	3,64	4,90	2,35	3,00	18,80	
Ca ₁	3,47	3,35	3,36	2,45	3,55	16,18	
Ca ₂	2,71	3,03	1,36	2,39	3,80	13,29	
Σ	10,49	10,02	9,62	7,19	10,35	47,67	
\bar{x}							
Ca ₀	6,25	7,02	6,53	6,04	4,59	30,43	
Ca ₁	8,86	9,01	8,26	7,63	8,17	41,93	
Ca ₂	10,90	9,20	6,87	6,34	8,80	42,11	
Σ	26,01	25,23	21,66	20,01	21,56	114,47	
\bar{x}							
Ca ₀	2,98	4,26	1,97	1,94	1,48	12,63	
Ca ₁	1,87	2,76	0,93	2,31	2,35	10,22	
Ca ₂	1,38	3,28	0,61	2,03	2,48	9,78	
Σ	6,23	10,30	3,51	6,28	6,31	32,63	
\bar{x}							
Ca ₀							
Ca ₁							
Ca ₂							
Σ	46,76	48,26	37,22	35,59	39,88	207,71	
\bar{x}							

TABELA 18 - Produção de MS a 65°C - P.aérea g/vaso - Bloco III

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0							
Ca ₀	0,81	0,30	1,40	0,95	0,76	4,22	
Ca ₁	0,77	1,51	0,46	0,80	1,19	4,73	
Ca ₂	0,69	1,11	0,38	0,61	0,96	3,75	
Σ	2,27	2,92	2,24	2,36	2,91	12,70	
\bar{x}							
FR							
Ca ₀	2,91	3,92	5,52	3,16	3,14	18,65	
Ca ₁	2,94	4,10	3,68	2,46	5,32	18,50	
Ca ₂	2,06	5,24	1,14	2,33	3,65	14,42	
Σ	7,91	13,26	10,34	7,95	12,11	51,57	
\bar{x}							
SS							
Ca ₀	6,30	8,39	8,83	5,64	6,67	35,83	
Ca ₁	6,93	13,10	5,85	6,79	10,96	43,63	
Ca ₂	8,72	9,82	3,87	7,28	12,08	41,77	
Σ	21,95	31,31	18,55	19,71	29,71	121,23	
\bar{x}							
FRS							
Ca ₀	4,39	5,60	1,20	2,70	3,45	17,34	
Ca ₁	1,74	2,96	1,40	3,52	3,37	12,99	
Ca ₂	1,79	3,85	3,48	1,21	2,33	12,66	
Σ	7,92	12,41	6,08	7,43	9,15	42,99	
\bar{x}							
Ca ₀							
Ca ₁							
Ca ₂							
Σ	40,05	59,90	37,21	37,45	53,88	228,49	
\bar{x}							

TABELA 19 - M.S. a 65° C - Raízes - g/vaso - Bloco I

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,26	0,98	0,30	0,46	2,43	
	Ca ₁	0,68	0,17	0,26	0,29	1,75	
	Ca ₂	0,53	0,32	0,78	0,42	2,37	
	Σ	1,47	1,47	1,34	1,17	6,55	
\bar{x}							
FR	Ca ₀	1,77	2,44	1,42	0,75	7,55	
	Ca ₁	0,72	1,27	1,38	0,86	5,48	
	Ca ₂	1,41	0,64	0,73	1,08	5,50	
	Σ	3,90	4,35	3,53	2,69	18,53	
\bar{x}							
SS	Ca ₀	2,10	1,27	3,42	1,87	11,07	
	Ca ₁	3,78	2,37	5,59	1,25	15,72	
	Ca ₂	7,20	2,30	4,46	1,43	17,63	
	Σ	13,08	5,94	13,47	4,55	44,42	
\bar{x}							
FRS	Ca ₀	1,39	0,72	1,34	0,76	5,46	
	Ca ₁	0,59	0,94	0,77	0,51	3,67	
	Ca ₂	0,47	0,82	0,96	0,44	4,11	
	Σ	2,45	2,48	3,07	1,71	13,24	
\bar{x}							
Σ	Ca ₀						
	Ca ₁						
	Ca ₂						
	Σ	20,53	14,24	21,41	10,12	82,74	
\bar{x}							

TABELA 20 - M.S. a 65° C - Raízes - g/vaso - Bloco II

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,21	0,84	0,36	0,50	2,03	
	Ca ₁	0,45	0,14	0,29	0,26	1,56	
	Ca ₂	0,30	0,30	0,45	0,25	1,85	
	Σ \bar{x}	1,09	1,28	1,10	1,01	5,44	
FR	Ca ₀	1,18	2,50	1,16	1,15	8,70	
	Ca ₁	1,21	1,59	1,49	0,82	6,02	
	Ca ₂	0,78	0,67	1,39	0,85	4,54	
	Σ \bar{x}	4,47	4,76	4,04	2,82	19,26	
SS	Ca ₀	2,19	2,87	4,27	1,76	14,54	
	Ca ₁	2,96	2,58	4,96	1,69	15,98	
	Ca ₂	3,12	4,86	2,96	1,76	18,40	
	Σ \bar{x}	12,94	10,31	12,19	5,21	48,92	
FRS	Ca ₀	1,38	0,96	1,00	0,67	5,84	
	Ca ₁	0,84	0,47	0,90	0,65	3,28	
	Ca ₂	1,11	0,39	0,76	0,56	3,27	
	Σ \bar{x}	2,70	1,82	2,66	1,88	12,39	
Σ \bar{x}	Ca ₀						
	Ca ₁						
	Ca ₂						
	Σ \bar{x}	21,20	18,17	19,99	10,92	86,01	

TABELA 21 - M.S. a 65° C - Raízes - g/vaso - Bloco III

	Sty	CaI	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,29	1,20	0,87	0,59	3,50	
	Ca ₁	0,28	0,33	0,57	0,40	2,06	
	Ca ₂	0,23	0,30	0,39	0,35	1,62	
	Σ	0,80	1,83	1,83	1,34	7,18	
	\bar{x}						
FR	Ca ₀	1,54	2,33	2,14	0,85	8,04	
	Ca ₁	0,95	1,87	1,61	1,26	6,81	
	Ca ₂	0,61	0,65	0,72	0,97	4,41	
	Σ	3,10	4,85	4,47	3,08	19,26	
	\bar{x}						
SS	Ca ₀	4,79	5,05	5,49	1,50	19,26	
	Ca ₁	3,80	4,96	6,21	2,02	19,98	
	Ca ₂	4,20	1,41	5,26	2,09	15,13	
	Σ	12,79	11,42	16,96	5,61	54,37	
	\bar{x}						
FRS	Ca ₀	2,42	0,57	1,24	0,88	7,21	
	Ca ₁	0,35	0,65	1,32	0,78	4,12	
	Ca ₂	0,40	1,35	0,95	0,50	4,25	
	Σ	3,17	2,57	3,51	2,16	15,58	
	\bar{x}						
	Ca ₀						
	Ca ₁						
	Ca ₂						
	Σ	19,86	20,67	26,77	12,19	96,39	
	\bar{x}						

TABELA 22 - Percentagem de N na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	3,16	3,52	4,00	3,84	18,26	3,65
	Ca ₁	2,97	3,67	4,14	3,42	17,70	3,41
	Ca ₂						
FR	Σ	9,16	11,07	11,60	10,24	53,02	-
	\bar{x}	3,06	3,69	3,87	3,41	-	3,54
SS	Ca ₀	3,20	2,96	3,28	3,52	15,88	3,18
	Ca ₁	2,92	3,24	3,30	2,81	15,07	3,01
	Ca ₂	3,01	3,64	3,42	2,97	15,80	3,16
FRS	Σ	9,13	9,84	10,00	9,30	46,75	-
	\bar{x}	3,04	3,28	3,33	3,10	-	3,12
FRS	Ca ₀	2,49	2,38	2,74	2,52	12,61	2,52
	Ca ₁	2,87	2,78	2,74	2,12	12,53	2,51
	Ca ₂	3,30	2,84	2,64	2,26	13,36	2,67
FRS	Σ	8,66	8,00	8,12	6,90	38,50	-
	\bar{x}	2,89	2,67	2,71	2,30	-	2,57
FRS	Ca ₀	2,60	3,30	3,50	2,76	14,94	2,99
	Ca ₁	3,38	3,32	3,60	3,14	16,68	3,34
	Ca ₂	3,48	3,42	3,55	3,24	16,89	3,38
FRS	Σ	9,46	10,04	10,65	9,16	48,51	-
	\bar{x}	3,15	3,35	3,55	3,05	-	3,23
FRS	Ca ₀	11,45	12,16	13,52	12,64	61,69	3,09
	Ca ₁	12,14	13,01	13,78	11,49	61,98	3,10
	Ca ₂	12,83	13,78	13,07	11,77	63,11	3,16
FRS	Σ	36,42	38,95	40,37	35,60	186,78	-
	\bar{x}	3,03	3,25	3,36	2,97	-	3,11

TABELA 22a % N na parte aérea transformada para $\sqrt{\text{arsen } x}$ (\bar{x} 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	1,35	1,42	1,51	1,48	7,22	1,44
	Ca ₁	1,30	1,45	1,54	1,40	7,11	1,42
	Ca ₂	1,32	1,49	1,41	1,37	6,99	1,40
	Σ	3,97	4,36	4,46	4,25	21,32	-
	\bar{x}	1,32	1,45	1,49	1,42	-	1,42
FR	Ca ₀	1,35	1,30	1,37	1,42	6,73	1,35
	Ca ₁	1,29	1,36	1,38	1,27	6,57	1,31
	Ca ₂	1,31	1,44	1,40	1,30	6,71	1,34
	Σ	3,85	4,10	4,15	3,99	20,01	-
	\bar{x}	1,28	1,37	1,38	1,33	-	1,33
SS	Ca ₀	1,19	1,17	1,25	1,20	6,00	1,20
	Ca ₁	1,28	1,26	1,25	1,10	5,97	1,19
	Ca ₂	1,38	1,28	1,23	1,14	6,18	1,24
	Σ	3,85	3,71	3,73	3,44	18,15	-
	\bar{x}	1,28	1,24	1,24	1,15	-	1,21
FRS	Ca ₀	1,22	1,38	1,42	1,26	6,54	1,31
	Ca ₁	1,39	1,38	1,44	1,34	6,91	1,38
	Ca ₂	1,41	1,40	1,43	1,37	6,96	1,39
	Σ	4,02	4,16	4,29	3,97	20,41	-
	\bar{x}	1,34	1,39	1,43	1,32	-	1,36
Σ	Ca ₀	5,11	5,27	5,55	5,36	26,49	1,32
	Ca ₁	5,26	5,45	5,61	5,11	26,56	1,33
	Ca ₂	5,42	5,61	5,47	5,18	26,84	1,34
	Σ	15,79	16,33	16,63	15,65	79,89	-
	\bar{x}	1,32	1,36	1,39	1,30	-	1,33

TABELA 23 - Percentagem de P na parte aérea (\bar{x} 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,11	0,08	0,11	0,08	0,12	0,50
	Ca ₁	0,07	0,08	0,09	0,12	0,12	0,43
	Ca ₂	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,51
	Σ	0,27	0,24	0,30	0,28	0,35	1,44
	\bar{x}	0,09	0,08	0,10	0,09	0,12	0,10
FR	Ca ₀	0,11	0,11	0,10	0,06	0,13	0,51
	Ca ₁	0,11	0,10	0,09	0,11	0,12	0,53
	Ca ₂	0,11	0,07	0,11	0,11	0,13	0,53
	Σ	0,33	0,28	0,30	0,28	0,38	1,57
	\bar{x}	0,11	0,09	0,10	0,09	0,13	0,11
SS	Ca ₀	0,11	0,07	0,13	0,09	0,09	0,49
	Ca ₁	0,12	0,07	0,11	0,09	0,11	0,50
	Ca ₂	0,14	0,08	0,13	0,10	0,11	0,56
	Σ	0,37	0,22	0,37	0,28	0,31	1,55
	\bar{x}	0,12	0,07	0,12	0,09	0,10	0,10
FRS	Ca ₀	0,09	0,10	0,10	0,12	0,13	0,54
	Ca ₁	0,13	0,11	0,12	0,10	0,11	0,57
	Ca ₂	0,13	0,08	0,10	0,09	0,14	0,54
	Σ	0,35	0,29	0,32	0,31	0,38	1,65
	\bar{x}	0,12	0,10	0,11	0,10	0,13	0,11
Σ	Ca ₀	0,42	0,36	0,44	0,35	0,47	2,04
	Ca ₁	0,43	0,35	0,40	0,39	0,46	2,03
	Ca ₂	0,47	0,32	0,45	0,41	0,49	2,14
	Σ	1,32	1,03	1,29	1,15	1,42	6,21
	\bar{x}	0,11	0,09	0,11	0,10	0,12	0,10

TABELA 24 - Percentagem de K na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	1,57	1,47	1,65	2,09	8,89	1,78
	Ca ₁	1,43	1,30	1,89	1,78	7,83	1,57
	Ca ₂	1,65	1,35	1,76	1,63	8,01	1,60
	Σ	4,62	4,12	5,30	5,50	24,73	-
	\bar{x}	1,54	1,37	1,77	1,83	-	1,65
FR	Ca ₀	1,37	1,01	1,52	1,54	6,91	1,38
	Ca ₁	1,46	1,30	1,69	1,21	6,80	1,36
	Ca ₂	1,33	1,59	1,50	1,34	6,94	1,39
	Σ	4,26	3,90	4,71	4,09	20,65	-
	\bar{x}	1,42	1,30	1,57	1,36	-	1,38
SS	Ca ₀	0,64	0,99	0,73	0,91	4,11	0,82
	Ca ₁	0,94	0,72	0,81	0,79	3,98	0,80
	Ca ₂	1,04	1,18	0,76	0,77	4,57	0,91
	Σ	2,62	2,89	2,30	2,47	12,66	-
	\bar{x}	0,87	0,96	0,77	0,82	-	0,84
FRS	Ca ₀	1,27	1,48	1,35	1,65	7,19	1,44
	Ca ₁	1,68	1,59	1,50	1,02	7,46	1,50
	Ca ₂	1,52	1,37	1,33	1,79	7,27	1,45
	Σ	4,63	4,44	4,18	4,46	21,92	-
	\bar{x}	1,54	1,48	1,39	1,49	-	1,46
Σ	Ca ₀	5,05	4,95	5,25	6,19	27,10	1,36
	Ca ₁	4,97	4,91	5,89	4,80	26,07	1,30
	Ca ₂	5,54	5,49	5,35	5,53	26,79	1,34
	Σ	16,70	15,35	16,49	16,52	79,96	-
	\bar{x}	1,39	1,28	1,37	1,38	-	1,33

TABELA 25 - Percentagem de Ca na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,30	1,02	0,36	0,52	2,75	0,55
	Ca ₁	0,32	0,99	0,43	0,70	3,21	0,64
	Ca ₂	0,56	0,75	0,44	0,62	3,08	0,62
	Σ	1,18	2,76	1,23	1,84	9,04	-
	\bar{x}	0,39	0,92	0,41	0,61	-	0,60
FR	Ca ₀	0,46	0,77	0,45	0,58	2,81	0,56
	Ca ₁	0,49	0,58	0,48	0,57	2,78	0,56
	Ca ₂	0,52	0,83	0,48	0,56	3,05	0,61
	Σ	1,47	2,18	1,41	1,71	8,64	-
	\bar{x}	0,49	0,73	0,47	0,57	-	0,58
SS	Ca ₀	0,54	0,79	0,60	0,58	3,21	0,64
	Ca ₁	0,59	0,59	0,57	0,55	2,96	0,59
	Ca ₂	0,66	0,54	0,66	0,51	3,07	0,61
	Σ	1,79	1,92	1,83	1,64	9,24	-
	\bar{x}	0,60	0,64	0,61	0,55	-	0,62
FRS	Ca ₀	0,52	0,50	0,98	0,64	3,24	0,65
	Ca ₁	0,54	0,53	0,57	0,59	2,92	0,58
	Ca ₂	0,55	0,69	0,60	0,49	2,96	0,59
	Σ	1,61	1,72	2,15	1,72	9,12	-
	\bar{x}	0,54	0,57	0,72	0,57	-	0,61
Σ	Ca ₀	1,82	3,08	2,39	2,32	12,01	0,60
	Ca ₁	1,94	2,69	2,05	2,41	11,87	0,59
	Ca ₂	2,29	2,81	2,18	2,18	12,16	0,61
	Σ	6,05	8,58	6,62	6,91	36,04	-
	\bar{x}	0,50	0,72	0,55	0,58	-	0,60

TABELA 26 - Percentagem de Mg na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	0,21	0,22	0,44	0,18	1,31	0,26
	Ca ₁	0,32	0,44	0,60	0,23	2,05	0,41
	Ca ₂	0,36	0,46	0,64	0,28	2,12	0,42
	Σ	0,89	1,12	1,68	0,69	5,48	-
\bar{x}	0,30	0,37	0,56	0,23	-	0,37	
FR	Ca ₀	0,20	0,24	0,35	0,20	1,26	0,25
	Ca ₁	0,32	0,35	0,53	0,30	1,84	0,37
	Ca ₂	0,36	0,34	0,66	0,27	2,02	0,40
	Σ	0,88	0,93	1,54	0,77	5,12	-
\bar{x}	0,29	0,31	0,51	0,26	-	0,34	
SS	Ca ₀	0,21	0,48	0,34	0,17	1,81	0,36
	Ca ₁	0,46	0,35	0,76	0,33	2,36	0,47
	Ca ₂	0,51	0,40	0,81	0,41	2,42	0,48
	Σ	1,18	1,23	1,91	0,91	6,59	-
\bar{x}	0,39	0,41	0,64	0,30	-	0,44	
FRS	Ca ₀	0,19	0,24	0,38	0,23	1,30	0,26
	Ca ₁	0,31	0,36	0,62	0,20	1,84	0,37
	Ca ₂	0,37	0,39	0,63	0,34	2,11	0,42
	Σ	0,87	0,99	1,63	0,77	5,25	-
\bar{x}	0,29	0,33	0,54	0,26	-	0,35	
	Ca ₀	0,81	1,18	1,51	0,78	5,68	0,28
	Ca ₁	1,41	1,50	2,51	1,06	8,09	0,41
	Ca ₂	1,60	1,59	2,74	1,30	8,67	0,43
	Σ	3,82	4,27	6,76	3,14	22,44	-
\bar{x}	0,32	0,36	0,56	0,26	-	0,37	

TABELA 27 - Teor de Cu em ppm na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	5	13	9	8	44	9
	Ca ₁	4	9	8	8	37	7
	Ca ₂	5	11	8	8	40	8
	Σ	14	33	25	24	121	-
	\bar{x}	5	11	8	8	-	8
FR	Ca ₀	5	10	23	8	54	11
	Ca ₁	4	12	8	7	38	8
	Ca ₂	3	12	8	7	38	8
	Σ	12	34	39	22	130	-
	\bar{x}	4	11	13	7	-	9
SS	Ca ₀	2	7	6	4	20	4
	Ca ₁	1	5	4	2	15	3
	Ca ₂	1	4	3	2	15	3
	Σ	4	16	13	8	50	-
	\bar{x}	1	5	4	3	-	3
FRS	Ca ₀	5	14	9	7	43	9
	Ca ₁	6	13	8	6	41	8
	Ca ₂	6	14	8	7	43	9
	Σ	17	41	25	20	127	-
	\bar{x}	6	14	8	7	-	8
Σ	Ca ₀	17	44	47	27	16	8
	Ca ₁	15	39	28	23	131	7
	Ca ₂	15	41	27	24	136	7
	Σ	47	124	107	74	428	-
	\bar{x}	4	10	9	6	-	7

TABELA 28 - Teor de Fe em ppm na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	192	328	315	135	1.312	262
	Ca ₁	182	672	508	150	1.874	375
	Ca ₂	250	304	263	374	1.418	284
	Σ	624	1.304	1.086	659	4.604	-
	\bar{x}	208	435	362	220	-	307
FR	Ca ₀	166	308	407	174	1.497	299
	Ca ₁	235	295	210	158	1.089	218
	Ca ₂	155	399	323	147	1.228	246
	Σ	556	1.002	940	479	3.814	-
	\bar{x}	185	334	313	160	-	254
SS	Ca ₀	307	259	191	109	1.093	219
	Ca ₁	307	401	225	109	1.330	266
	Ca ₂	199	222	187	138	986	197
	Σ	813	882	603	356	3.409	-
	\bar{x}	271	294	201	119	-	227
FRS	Ca ₀	147	287	191	162	1.067	213
	Ca ₁	155	340	334	145	1.271	254
	Ca ₂	259	338	161	360	1.403	281
	Σ	561	965	686	667	3.741	-
	\bar{x}	187	322	229	222	-	249
	Ca ₀	812	1.182	1.104	580	4.969	248
	Ca ₁	879	1.708	1.277	562	5.564	278
	Ca ₂	863	1.263	934	1.019	5.035	252
	Σ	2.554	4.153	3.315	2.161	15.568	-
	\bar{x}	213	346	276	180	-	259

TABELA 29 - Teor de Mn em ppm na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	133	224	232	198	1.098	220
	Ca ₁	111	249	211	120	915	183
	Ca ₂	113	200	165	120	883	177
	Σ	357	673	608	438	2.896	-
	\bar{x}	119	224	203	146	-	193
FR	Ca ₀	88	214	181	159	918	184
	Ca ₁	86	144	142	94	665	133
	Ca ₂	55	146	148	97	632	126
	Σ	229	504	471	350	2.215	-
	\bar{x}	76	168	157	117	-	148
SS	Ca ₀	68	162	141	114	604	121
	Ca ₁	56	125	131	86	591	118
	Ca ₂	59	113	86	72	521	104
	Σ	183	400	358	272	1.716	-
	\bar{x}	61	133	119	91	-	114
FRS	Ca ₀	87	213	206	153	941	188
	Ca ₁	84	189	187	150	866	173
	Ca ₂	83	165	163	134	757	151
	Σ	254	567	556	437	2.564	-
	\bar{x}	85	189	185	146	-	171
Σ	Ca ₀	376	813	760	624	3.561	178
	Ca ₁	337	707	671	450	3.037	152
	Ca ₂	310	624	562	423	2.793	140
	Σ	1.023	2.144	1.993	1.497	9.391	-
	\bar{x}	85	179	166	125	-	157

TABELA 30 - Teor de Zn em ppm na parte aérea (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	85	66	68	74	441	88,3
	Ca ₁	62	54	55	75	313	63,3
	Ca ₂	34	59	56	48	262	52
	Σ	181	179	179	197	1.016	-
\bar{x}	93	60	60	66	-	68	
FR	Ca ₀	46	52	82	71	395	79
	Ca ₁	44	38	58	47	257	51
	Ca ₂	32	43	46	37	218	44
	Σ	122	133	186	155	870	-
\bar{x}	91	44	62	52	-	58	
SS	Ca ₀	31	43	58	35	196	39
	Ca ₁	25	38	40	28	169	34
	Ca ₂	22	25	30	25	179	36
	Σ	78	106	128	88	544	-
\bar{x}	48	35	43	29	-	36	
FRS	Ca ₀	42	64	79	41	320	64
	Ca ₁	39	47	63	55	268	54
	Ca ₂	32	40	53	44	216	43
	Σ	113	151	195	140	804	-
\bar{x}	68	50	65	47	-	54	
Σ	Ca ₀	204	225	287	221	1.352	68
	Ca ₁	170	177	216	205	1.007	50
	Ca ₂	120	167	185	154	875	44
	Σ	494	569	688	580	3.234	-
\bar{x}	75	47	57	48	-	54	

TABELA 31 - N total contido na parte aérea mg/vaso (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	12	50	30	30	146	29
	Ca ₁	56	12	24	21	144	29
	Ca ₂	40	18	33	31	156	31
	Σ	108	80	87	82	446	-
\bar{x}	36	27	29	27	-	30	
FR	Ca ₀	106	145	98	103	565	113
	Ca ₁	107	109	81	119	499	106
	Ca ₂	121	44	81	108	441	88
	Σ	334	298	260	330	1.505	-
\bar{x}	111	99	87	110	-	100	
SS	Ca ₀	182	150	144	140	772	154
	Ca ₁	200	171	200	171	970	194
	Ca ₂	195	143	186	205	1.089	218
	Σ	577	464	530	516	2.831	-
\bar{x}	192	155	177	172	-	189	
FRS	Ca ₀	130	51	89	65	429	86
	Ca ₁	92	48	92	74	365	73
	Ca ₂	118	62	58	78	368	74
	Σ	340	161	239	217	1.162	-
\bar{x}	113	54	80	72	-	78	
Σ	Ca ₀	430	396	361	338	1.912	96
	Ca ₁	455	340	397	385	1.978	99
	Ca ₂	474	267	358	422	2.054	103
	Σ	1.321	1.003	1.116	1.145	5.944	-
\bar{x}	113	84	93	95	-	99	

TABELA 32 - Quantidade total de P na parte aérea mg/vaso (\bar{x} e Σ re-
petições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca0	0,84	1,58	0,59	0,93	4,20	0,84
	Ca1	0,73	0,26	0,52	0,75	3,37	0,67
	Ca2	1,01	1,11	0,72	1,03	4,35	0,87
	Σ	2,58	2,44	1,83	2,71	11,92	-
\bar{x}	0,86	0,81	0,61	0,90	-	0,79	
FR	Ca0	3,88	4,90	1,79	3,80	18,37	3,67
	Ca1	3,12	3,84	2,69	5,06	17,73	3,55
	Ca2	3,17	3,08	2,59	4,75	14,91	2,98
	Σ	10,17	10,92	7,07	13,61	51,01	-
\bar{x}	3,39	3,64	2,36	4,54	-	3,40	
SS	Ca0	6,88	5,14	4,72	5,01	29,97	3,99
	Ca1	9,53	6,91	6,57	8,88	38,68	7,74
	Ca2	15,26	6,73	7,03	9,97	45,54	9,11
	Σ	31,67	18,78	18,32	23,86	114,19	-
\bar{x}	10,56	6,26	6,11	7,95	-	7,61	
FRS	Ca0	3,53	4,67	3,07	3,07	15,90	3,18
	Ca1	2,26	3,12	2,54	2,58	12,26	2,45
	Ca2	1,96	2,96	1,47	3,37	11,57	2,31
	Σ	7,75	10,75	7,08	9,02	39,73	-
\bar{x}	2,58	3,58	2,36	3,01	-	2,65	
Σ	Ca0	15,13	16,26	10,17	12,81	68,44	3,42
	Ca1	15,64	14,98	12,32	17,27	72,04	3,60
	Ca2	21,40	13,84	11,81	19,12	76,37	3,82
	Σ	52,17	42,89	34,30	49,20	216,85	-
\bar{x}	4,35	3,57	2,86	4,10	-	3,61	

TABELA 33 - Quantidade total de K^+ na parte aérea mg/vaso (\bar{x} 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	5	21	12	16	70	14
	Ca ₁	23	4		11	64	13
	Ca ₂	19	6	18	15	76	15
	Σ	47	31	41	42	210	-
	\bar{x}	16	10	14	14	-	14
FR	Ca ₀	50	49	45	45	241	48
	Ca ₁	44	44	41	51	221	44
	Ca ₂	52	19	35	49	193	39
	Σ	146	112	121	145	655	-
	\bar{x}	49	37	40	48	-	44
SS	Ca ₀	62	63	38	51	254	51
	Ca ₁	71	47	59	64	316	63
	Ca ₂	69	60	53	70	365	73
	Σ	202	170	150	185	935	-
	\bar{x}	67	57	50	62	-	62
FRS	Ca ₀	59	23	35	39	208	42
	Ca ₁	48	23	38	24	162	32
	Ca ₂	47	25	22	43	160	32
	Σ	154	71	95	106	530	-
	\bar{x}	51	24	32	35	-	35
	Ca ₀	176	156	130	151	773	39
	Ca ₁	186	118	149	150	763	38
	Ca ₂	187	110	128	177	794	40
	Σ	549	384	407	478	2.330	-
	\bar{x}	46	32	34	40	-	39

TABELA 34 - Quantidade de Ca⁺⁺ na parte aérea mg/vaso (média de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	1	3	1	2	9	2
	Ca ₁	5	2	1	2	14	3
	Ca ₂	3	2	2	3	14	3
	Σ	9	7	4	7	37	-
	x	3	2	1	2	-	3
FR	Ca ₀	8	19	7	8	52	10
	Ca ₁	9	10	6	12	46	9
	Ca ₂	11	5	6	10	41	8
	Σ	28	34	19	30	139	-
	\bar{x}	9	11	6	10	-	9
SS	Ca ₀	20	25	16	16	99	20
	Ca ₁	24	18	21	22	111	22
	Ca ₂	22	14	23	23	120	24
	Σ	66	57	60	61	330	-
	\bar{x}	22	19	29	20	-	22
FRS	Ca ₀	13	4	7	6	41	8
	Ca ₁	8	6	7	7	34	7
	Ca ₂	12	6	6	6	36	7
	Σ	33	16	20	19	111	-
	\bar{x}	11	5	7	6	-	7
Σ	Ca ₀	42	51	31	32	201	10
	Ca ₁	46	36	35	43	205	10
	Ca ₂	48	27	37	42	211	11
	Σ	147	114	103	117	617	-
	\bar{x}	12	10	9	10	-	10

TABELA 35 - Quantidade de Mg^{++} na parte aérea mg/vaso (\bar{x} de 3 re-
petições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	1	3	3	1	10	2
	Ca ₁	5	1	3	1	15	3
	Ca ₂	4	2	6	3	19	4
	Σ	10	6	12	5	44	-
\bar{x}	4	2	4	2	-	3	
FR	Ca ₀	7	12	10	6	45	9
	Ca ₁	12	12	13	13	60	12
	Ca ₂	16	4	16	10	57	11
	Σ	35	28	39	29	162	-
\bar{x}	10	9	13	10	-	11	
SS	Ca ₀	15	30	18	9	110	22
	Ca ₁	45	22	56	27	187	37
	Ca ₂	43	20	57	37	189	38
	Σ	103	72	131	73	486	-
\bar{x}	36	24	44	24	-	32	
FRS	Ca ₀	9	4	10	5	37	7
	Ca ₁	9	5	16	5	41	8
	Ca ₂	14	7	11	8	46	9
	Σ	32	16	37	18	124	-
\bar{x}	7	5	12	6	-	25	
Σ	Ca ₀	32	49	41	21	202	10
	Ca ₁	71	40	88	46	303	15
	Ca ₂	77	33	90	58	311	16
	Σ	180	122	219	125	816	-
\bar{x}	14	10	18	10	-	11	

TABELA 36 - Quantidade de Cu na parte aérea $\mu\text{g}/\text{vaso}$ (\bar{x} de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	2	19	7	7	42	8
	Ca ₁	6	3	5	5	27	5
	Ca ₂	6	5	7	8	34	7
	Σ	14	27	19	20	103	-
	x	5	9	6	7	-	7
FR	Ca ₀	17	51	67	22	184	37
	Ca ₁	14	41	18	28	120	24
	Ca ₂	12	15	18	24	91	18
	Σ	43	107	103	74	395	-
	x	14	36	34	25	-	26
SS	Ca ₀	15	42	30	21	114	23
	Ca ₁	9	29	27	15	102	20
	Ca ₂	8	19	20	17	115	23
	Σ	32	90	77	53	331	-
	\bar{x}	11	30	26	18	-	22
FRS	Ca ₀	22	22	22	16	109	22
	Ca ₁	16	19	17	13	78	16
	Ca ₂	19	26	13	16	85	17
	Σ	57	67	52	45	272	-
	\bar{x}	19	22	17	15	-	18
Σ	Ca ₀	56	134	126	66	449	23
	Ca ₁	45	92	67	61	327	16
	Ca ₂	45	65	58	65	325	16
	Σ	146	291	251	192	1.101	-
	\bar{x}	12	24	21	16	-	18

TABELA 37 - Fe total na parte aérea $\mu\text{g}/\text{vaso}$ (\bar{x} 3 repetições).

	Sty	Cal	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	61	469	233	105	1.128	226
	Ca ₁	289	215	295	95	1.270	254
	Ca ₂	298	143	252	352	1.299	260
	Σ	648	827	780	552	3.697	-
	\bar{x}	216	276	260	184	-	246
FR	Ca ₀	604	1.509	1.213	508	5.394	1.079
	Ca ₁	902	991	515	667	3.616	723
	Ca ₂	682	479	762	537	3.048	610
	Σ	2.188	2.979	2.490	1.712	12.058	-
	\bar{x}	896	993	830	571	-	804
SS	Ca ₀	2.253	1.637	1.001	607	6.917	1.383
	Ca ₁	3.033	2.470	1.643	880	10.313	2.063
	Ca ₂	1.674	1.119	1.315	1.252	7.976	1.595
	Σ	6.960	5.226	3.959	2.739	25.206	-
	\bar{x}	2.320	1.742	1.320	913	-	1.680
FRS	Ca ₀	686	448	489	382	3.019	604
	Ca ₁	439	496	848	341	2.641	528
	Ca ₂	961	612	264	868	3.135	627
	Σ	2.086	1.556	1.601	1.591	8.795	-
	\bar{x}	695	519	534	530	-	586
Σ	Ca ₀	3.604	4.063	2.936	1.602	16.458	823
	Ca ₁	4.663	4.172	3.301	1.983	17.840	892
	Ca ₂	3.615	2.353	2.593	3.009	15.458	773
	Σ	11.882	10.588	8.830	6.594	49.756	-
	\bar{x}	990	882	736	550	-	829

TABELA 38 - Quantidade de Mn na parte aérea $\mu\text{g}/\text{vaso}$ (\bar{x} de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	43	320	172	152	923	185
	Ca ₁	176	80	122	76	687	137
	Ca ₂	134	94	158	113	818	164
	Σ	353	494	452	341	2.428	-
\bar{x}	263	118	165	114	-	162	
FR	Ca ₀	320	1.049	539	464	3.346	669
	Ca ₁	330	484	348	397	2.122	424
	Ca ₂	242	175	349	354	1.656	331
	Σ	892	1.708	1.236	1.215	7.124	-
\bar{x}	691	569	412	405	-	475	
SS	Ca ₀	499	1.024	739	635	3.641	728
	Ca ₁	553	770	956	694	4.505	901
	Ca ₂	496	570	605	653	4.406	881
	Σ	1.548	2.364	2.300	1.982	12.552	-
\bar{x}	1.453	788	767	661	-	837	
FRS	Ca ₀	406	332	527	361	2.647	529
	Ca ₁	238	276	475	353	1.787	357
	Ca ₂	308	299	267	323	1.517	303
	Σ	952	907	1.269	1.037	5.951	-
\bar{x}	595	302	423	346	-	397	
Σ	Ca ₀	1.268	2.725	1.977	1.612	10.557	528
	Ca ₁	1.297	1.610	1.901	1.520	9.101	455
	Ca ₂	1.180	1.138	1.379	1.443	8.397	420
	Σ	3.745	5.473	5.257	4.575	28.055	-
\bar{x}	750	456	438	381	-	468	

TABELA 39 - Quantidade de Zn na parte aérea $\mu\text{g}/\text{vaso}$ (\bar{x} de 3 repetições).

	Sty	Ca1	Ce	Si	Gal	Σ	\bar{x}
0	Ca ₀	112	94	50	57	340	68
	Ca ₁	70	17	32	47	265	53
	Ca ₂	73	28	54	45	240	48
	Σ	255	139	136	149	845	-
\bar{x}	85	46	45	50	-	52	
FR	Ca ₀	508	255	244	207	1.381	276
	Ca ₁	198	128	142	198	835	167
	Ca ₂	173	52	109	135	610	122
	Σ	879	435	495	540	2.826	-
\bar{x}	293	145	165	180	-	188	
SS	Ca ₀	181	272	304	195	1.180	236
	Ca ₁	302	234	292	226	1.301	260
	Ca ₂	839	126	211	227	1.588	318
	Σ	1.322	632	807	648	4.069	-
\bar{x}	441	211	269	216	-	271	
FRS	Ca ₀	340	100	202	97	935	187
	Ca ₁	111	69	160	129	579	116
	Ca ₂	71	72	87	106	455	91
	Σ	522	241	449	332	1.969	131
\bar{x}	174	80	150	111	-	-	
Σ	Ca ₀	1.141	721	800	556	3.836	192
	Ca ₁	681	448	626	600	2.980	149
	Ca ₂	1.156	278	461	513	2.893	145
	Σ	2.978	1.447	1.887	1.669	9.709	-
\bar{x}	248	121	157	139	-	162	

GRÁFICO 1 - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA A 65°C - PARTE AÉREA - G/VASO

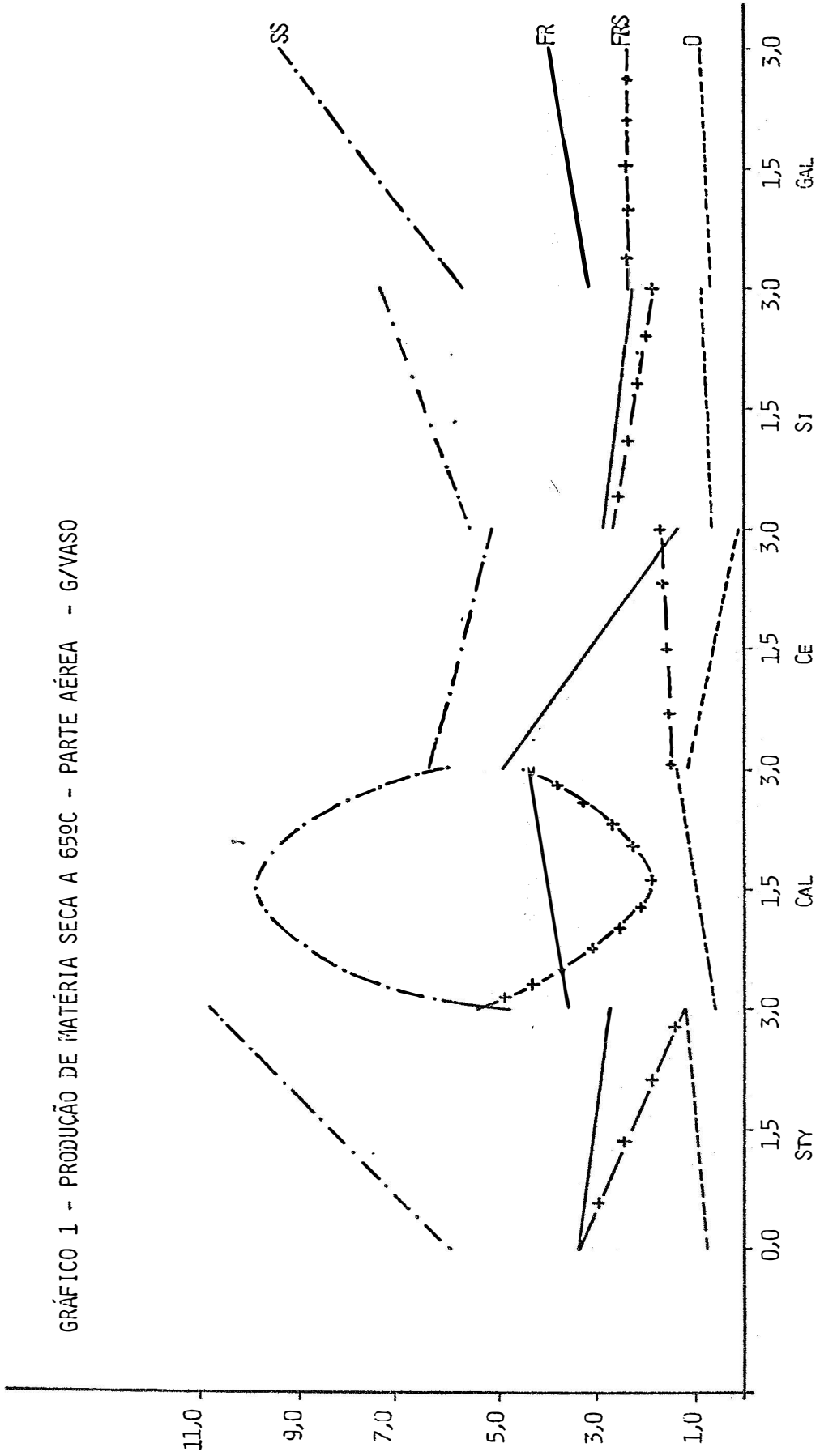


GRÁFICO 2 - CRESCIMIENTO DE RAÍZES - MATERIA SECA 65°C - G/VASO

