

RESPOSTA DE *MACROPTILIUM ATROPURPUREUM* CV. SIRATRO A DIFERENTES FERTILIZAÇÕES MINERAIS, EM QUATRO SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

(Response of *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro to different mineral fertilization, in four soils of the State of São Paulo)

VALQUÍRIA DE BEM GOMES ALCÂNTARA (2), JOSÉ HENRIQUE DE ALBUQUERQUE RANGEL (3), MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA (4), ARI PINHEIRO CAMARÃO (5), GERALDO LEME DA ROCHA (6) e FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO (7)

RESUMO: Em ensaio de vasos, realizado em casa de vegetação na Estação Experimental de Nova Odessa (SP), estudou-se a resposta do siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro) a três tratamentos de fertilização: tratamento I: testemunha sem adubação; tratamento II: fósforo, cálcio e enxofre; tratamento III: tratamento II mais calagem, potássio, zinco e molibdênio, em quatro solos do Estado de São Paulo (Latosol Vermelho-Amarelo — fase terraço, série Pinda; Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras; Latosol Vermelho-Escuro Orto e Areia Quartzosa. As respostas às fertilizações em termos de produção de matéria seca e altura das plantas, foram significativas para todos os solos, com exceção do Latosol Vermelho-Escuro Orto, coletado no município de Itapetininga, o qual apresentou baixa produtividade das plantas em todos os tratamentos. A produção de matéria seca nos solos LVA — fase terraço e Areia Quartzosa foi significativamente maior com a fertilização do tratamento III do que com a do tratamento II, e para o Podzólico Vermelho-Amarelo — variação Laras não houve diferenças entre os tratamentos II e III.

INTRODUÇÃO

Em grandes áreas do Estado de São Paulo há a ocorrência de solos com problemas de acidez, altas concentrações de íons de alumínio trocável e baixos teores de nutrientes disponíveis, como fósforo, cálcio e magnésio. Nesses solos, o desenvolvimento de leguminosas forrageiras está quase sempre na dependência da correção do pH, neutralização do excesso de alumínio trocável e da fertilização do solo.

A resposta de leguminosas forrageiras à aplicação de calcário e fertilização com macro e micronutrientes tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores em vários tipos de solos do Brasil Central.

O siratro (*Macroptilium atropurpureum* DC. cv. Siratro) é uma das leguminosas mais difundidas na região do Brasil Central. ALCÂNTARA & BU-FARAH¹ afirmam que o siratro se adapta bem em regiões tropicais que tenham precipitações entre 640 e 1.800mm anuais e temperatura média anual acima de 21°C; possui alto grau de resistência à seca, recupera-se rapidamente após a geada e vegeta bem nos solos de mediana fertilidade, respondendo bem às adubações de macro e micronutrientes, não tolerando os solos encharcados.

FREITAS & PRATT⁵, estudando o efeito da aplicação de calcário em oito solos do Estado de São Paulo sobre a produção de matéria seca de di-

(1) Trabalho realizado na disciplina de Pós-Graduação "Ecologia e Introdução de Plantas Forrageiras" da ESALQ — USP, 1978. Recebido para publicação a 4 de junho de 1981.

(2) Da Seção de Agronomia de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens. Bolsista do CNPq.

(3) Da EMBRAPA, Recife (PE).

(4) Da EMBRAPA, Uberaba (MG).

(5) Da EMBRAPA, CEPATU, Belém (PA).

(6) Professor da disciplina. Bolsista do CNPq.

(7) Da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

versas leguminosas forrageiras, observaram que quando o pH foi elevado de 4,5 para 6,0 pela aplicação de calcário, a produção de matéria seca do siratro aumentou em 93%, mas quando o pH ultrapassou a faixa de 6,2 - 6,4, houve um decréscimo na produção. As respostas à calagem variaram de acordo com os diversos solos, tendo a produção de matéria seca do siratro aumentado em alguns, não se alterando ou sendo reduzida em outros. BRAZÓN⁴ não detectou aumento na produção de matéria seca do siratro pela aplicação de calcário em um Latosol Vermelho-Amarelo - fase arenosa, mas verificou um acréscimo no teor de nitrogênio na planta e no número de nódulos.

Trabalhando com solos de baixos teores de cálcio em Queensland, Austrália, ANDREW & NORRIS³ demonstraram que leguminosas de clima tropical possuíam capacidade de extrair, de uma mesma quantidade de solo, 24 vezes mais cálcio do que leguminosas de clima temperado.

NEME & LOVADINI¹⁰, estudando durante sete anos o efeito do calcário e de adubos fosfatados em soja-perene, em um solo de cerrado, concluíram que a combinação de superfosfato simples mais calcário produziu grande efeito na produção da leguminosa e que o calcário favoreceu a ação dos adubos fosfatados.

ANDREW² relata que em um solo de pH 5,2, sem adição de calcário, cinco leguminosas tropicais: *Desmodium uncinatum*, *Indigofera spicata*, *Centrosema pubescens*, *Stylosanthes bonjeri* e *Macroptilium atropurpureum*, produziram respectivamente 25, 40, 52, 64 e 68% de suas produções máximas com a adição de cálcio.

MATTOS⁸, estudando o comportamento do siratro em um Latosol Vermelho-Escuro - Orto, de Nova Odessa (SP), observou que houve aumento de produção até se obter a dose de calagem suficiente para neutralizar o alumínio trocável. A aplicação de molibdênio teve efeito positivo na produção de matéria seca, massa nodular e número de nódulos do siratro.

JONES et alii⁷, trabalhando com um Regosol de Piraçununga (SP), observaram que nos tratamentos onde não foi aplicado Mo ou Zn, a produção do siratro foi praticamente a mesma do tratamento completo; fato semelhante ocorreu quando todos os micronutrientes foram omitidos. MATTOS & WERNER⁹, trabalhando com um solo Podzólico Vermelho-Amarelo - variação Laras e estudando o comportamento do siratro adubado com P, K e mistura dos micronutrientes Zn, Cu, Bo, Mo e Co, em três cortes de verão e dois de inverno, constataram que a produção da leguminosa foi baixa e quase não variou durante três anos de estudo.

GRIPP & FREITAS⁶, estudando o efeito do fósforo e de fontes de fósforo na produção de três leguminosas: *Macroptilium atropurpureum*, *Stylosanthes gracilis* e *Medicago sativa*, observaram que a adição de doses crescentes de fosfato solúvel determinou aumentos lineares na produção até a dose de 400kg/ha, independente do pH do solo, exceto para *Medicago sativa*. Quando o fosfato solúvel foi substituído pelo fosfato natural, os aumentos ainda foram lineares até a dose mais elevada de fósforo, porém com menores produções de matéria seca.

Em um Latosol Vermelho-Amarelo - fase arenosa, WERNER et alii¹¹ estudaram os efeitos da adubação com micronutrientes nas formas de FTE (BR-10) e comum, sobre a produção de várias leguminosas forrageiras, não encontrando efeitos tóxicos dos micronutrientes sobre o siratro. O uso de qualquer uma das formas aumentou a produção da matéria seca do siratro.

A finalidade deste trabalho foi estudar a resposta do siratro cultivado em quatro solos do Estado de São Paulo, à adubação com superfosfato simples e a sua combinação com calagem, cloreto de potássio e dois micronutrientes (Zn e Mo), nas formas de molibdato de sódio biidratado e sulfato de zinco heptaidratado.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa (SP), de setembro a novembro de 1978, em vasos plásticos com capacidade para 3kg de solo, revestidos internamente com sacos de polietileno.

O delineamento utilizado foi blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições.

As parcelas foram compostas por quatro tipos de solos: Latosol Vermelho-Amarelo - fase terraço, série Pinda; Podzólico Vermelho-Amarelo - variação Laras; Latosol Vermelho-Escuro Orto e

Areia Quartzosa, coletados respectivamente nos municípios paulistas de Pindamonhangaba, Nova Odessa, Itapetininga e Brotas.

Nas subparcelas foram estudados os três tratamentos de fertilização seguintes:

Tratamento I - testemunha (sem adubação);

Tratamento II - fósforo, cálcio e enxofre, nas quantidades de respectivamente 44kg, 89kg e 60kg/ha de P, Ca e S. Essas doses equivaleriam, aproximadamente, a uma adubação com 500kg/ha de superfosfato simples. Como fonte dos elementos, fo-

ram utilizados os sais $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Tratamento III — tratamento II mais as quantidades equivalentes em kg/ha^{-1} de cálcio (1.500) mais potássio (70) mais zinco (2) mais molibdênio (0,25) aplicados na forma de KCl , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; para a cala-

gem, foram utilizados os óxidos de magnésio e de cálcio.

As análises dos solos amostrados antes do início do experimento, no fim de agosto de 1978, efetuadas pelo Instituto Agronômico, Campinas, apresentaram os seguintes resultados:

Solo	Local	M.O. %	pH	e.mg/100ml de TFSA			$\mu\text{g/ml}$ de TFSA	
				Al^{3+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K	P
LVt	Pindamonhangaba	2,9	4,7	1,05	0,1	0,1	21	2
PVIs	Nova Odessa	1,8	5,0	0,80	0,1	0,1	38	2
LE	Itapetininga	5,1	5,0	1,15	0,2	0,2	32	1
AQ	Brotas	1,6	4,8	0,80	0,1	0,1	15	2

A calagem foi efetuada no dia 21 de agosto de 1978, ficando os vasos com solo em período de incubação de 23 dias. A semeadura do siratro foi realizada no dia 18 de setembro de 1978, e nessa mesma data foram feitas as adubações, sob a forma de solução.

Uma semana após a semeadura, iniciou-se a contagem e desbaste das plantas germinadas, prolongando-se com operações semanais até 23 de outubro, data em que se tomou como germinação final e se executou um desbaste final deixando um total de quatro plantas por vaso.

A 17, 23 e 30 de outubro e a 6 de novembro foram feitas observações do número de folíolos por planta e da altura média das plantas por vaso. O corte das plantas foi executado em 6 de novembro de 1978, quando se fez a separação da parte aérea das raízes e se contaram os nódulos no siratro.

Após a secagem do material a 65°C , obteve-se o peso de nódulos e da matéria seca da parte aérea e raízes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância quanto à altura das plantas e número de folíolos por planta mostrou diferença significativa ao nível de 1% entre solos, em todas as datas de contagens (figuras 1 e 2); os valores de F na última data de corte foram 34,081** e 142,515** respectivamente para altura das plantas e número de folíolos.

Para os tratamentos de adubação também foi encontrada significância a 1% em todas as datas de medições para os mesmos parâmetros, altura das plantas e número de folíolos por planta (figuras 3 e 4).

As interações entre adubações e solos, para os mesmos parâmetros e em todas as datas de observações foram significativas, com valores finais de F iguais a 8,691** e 8,205* respectivamente.

Os resultados obtidos para produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, e peso de nódulos secos, apresentaram diferenças altamente significativas, entre solos, com valores de F iguais a 147,140**, 60,290* e 79,709*, respectivamente.

Quanto às adubações para os mesmos parâmetros, ocorreram diferenças significativas ao nível de 1%.

As interações entre adubações e solos relativas à matéria seca da parte aérea, raízes e nódulos, também foram altamente significativas, com valores de F iguais a 34,346**, 36,201** e 17,714** respectivamente.

Os efeitos dos tratamentos de adubação dentro dos vários solos, para os diversos parâmetros estudados, são mostrados no quadro 1.

No quadro 1 e figuras 5, 6, 7, 8 e 9, pode-se observar:

— Para o solo de Pindamonhangaba, os tratamentos II e III apresentaram melhor desempenho do que o testemunha, quanto a número de folíolos por planta, altura das plantas, matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes, não ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos para a matéria seca de nódulos. O tratamento III foi superior ao II quanto a número de folíolos e M.S. da parte aérea e das raízes.

— Para o solo de Itapetininga, as adubações apresentaram, apenas para o número de folíolos, uma pequena diferença, quando comparado com o testemunha.

— Nos vasos com solo de Nova Odessa, houve resposta à adubação em todos os parâmetros, quando comparados com os do tratamento testemunha. Entretanto, a comparação dos tratamentos II e III não apresentou diferença significativa, a não ser para produção de matéria seca das raízes, com melhor produção no tratamento II, embora graficamente se possa notar melhor resposta ao tratamento II nos demais parâmetros.

— Respostas semelhantes às do solo de Pinda-

monhangaba foram encontradas para o de Brotas, com os tratamentos II e III apresentando-se significativamente superiores à testemunha, exceto no peso dos nódulos, em que a análise estatística não mostrou diferença significativa.

Observa-se que a adição de potássio, calagem, zinco e molibdênio teve efeito marcante no desenvolvimento de raízes nos solos de Brotas e Pindamonhangaba, que apresentaram resposta à adubação.

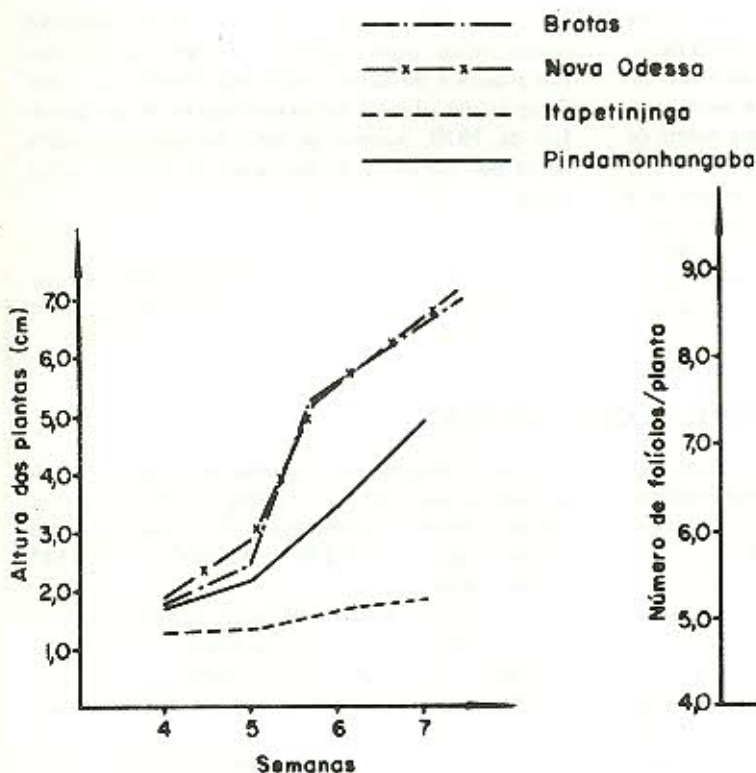


FIG. 1. Altura das plantas em função dos solos e dias de crescimento

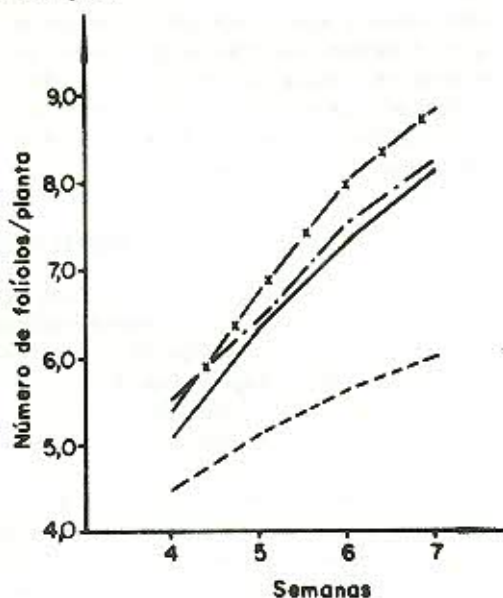


FIG. 2. Número de folíolos por planta em função dos solos e dias de crescimento

QUADRO 1. Número médio de folíolos, altura média de plantas, produção de matéria seca da parte aérea e das raízes e peso de nódulos de siratro nos quatro solos do Estado de São Paulo. Médias de quatro repetições

Solos	Adubação	M.S. a 65°C (g/vaso)		Peso de nódulos (mg/vaso)	Número médio de folíolos	Altura média das plantas (cm)
		Parte aérea	Raízes			
Pindamonhangaba	I	0,14 a	0,14 a	0,00	6,12 a	1,81 a
	II	1,44 b	1,21 b	5,40	8,65 b	5,49 b
	III	2,02 c	1,72 c	15,65	9,54 c	7,82 b
Itapetininga	I	0,10 a	0,23 a	0,24	5,18 a	1,72 a
	II	0,18 a	0,22 a	0,45	6,22 b	1,97 a
	III	0,21 a	0,27 a	0,30	6,55 b	2,13 a
Nova Odessa	I	0,65 a	0,77 a	0,85	7,95 a	3,42 a
	II	2,28 b	2,28 c	86,37	9,29 b	9,42 b
	III	2,19 b	1,76 b	78,00	9,18 b	8,17 b
Brotas	I	0,20 a	0,24 a	0,00	6,69 a	1,96 a
	II	1,61 b	2,03 b	16,85	8,68 b	10,37 b
	III	2,33 c	2,51 c	22,24	9,16 b	9,30 b

OBS: Os valores acompanhados da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

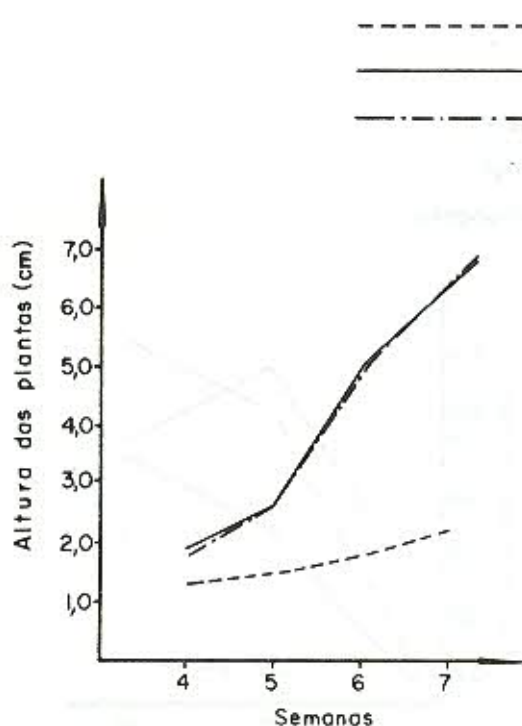


FIG. 3. Altura das plantas em função da adubação (tratamentos I, II, III) e dias de crescimento

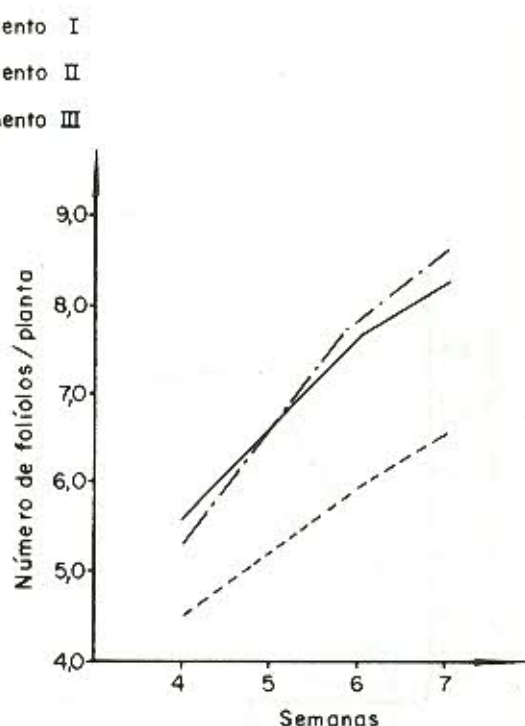


FIG. 4. Número de folíolos por planta em função da adubação (tratamentos I, II, III) e dias de crescimento

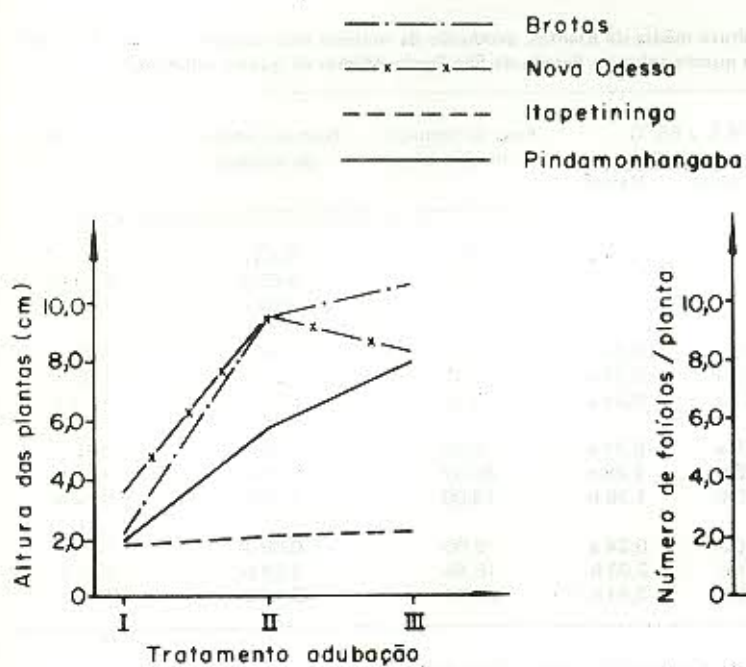


FIG. 5. Altura das plantas em função da interação solos x adubação

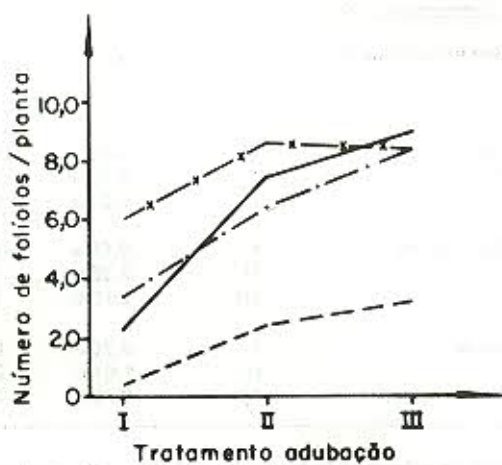


FIG. 6. Número de folíolos por planta em função da interação solos x adubação

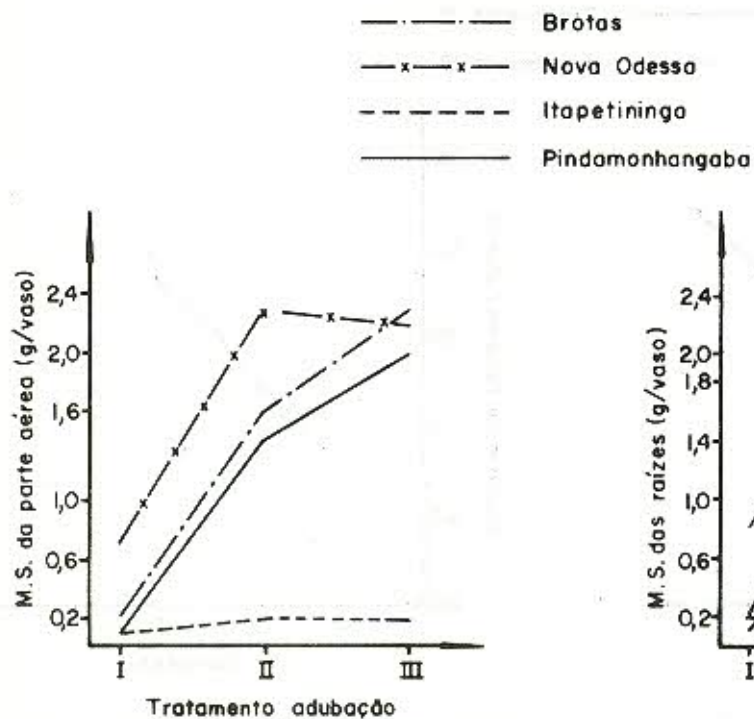


FIG. 7. Produção de matéria seca da parte das plantas em função da interação solos x adubação

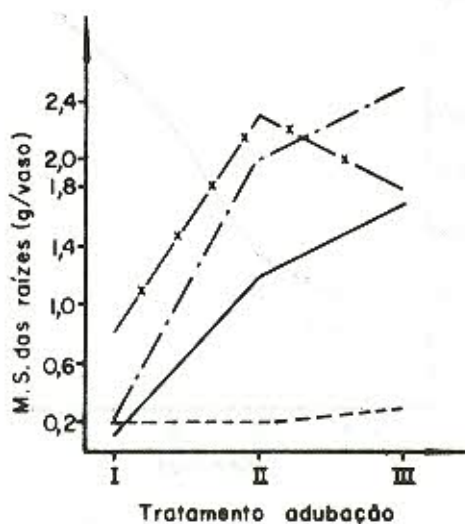


FIG. 8. Produção de matéria seca das raízes das plantas em função da interação solos x adubação

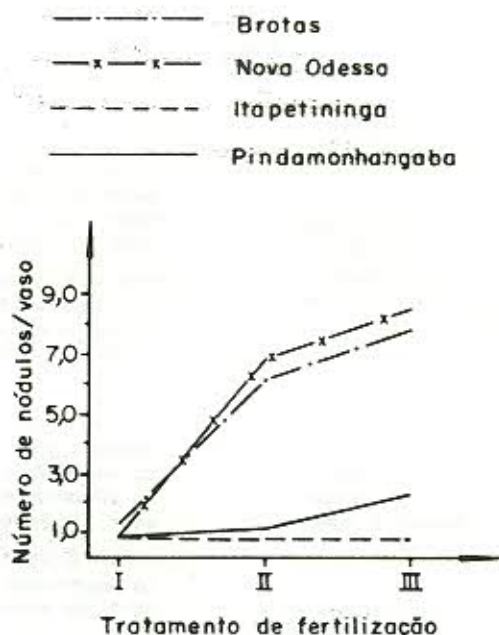


FIG. 9. Número de nódulos das plantas em função da interação solos x adubação

CONCLUSÕES

1. Considerando-se a produção de matéria seca da parte aérea, pode-se concluir que os solos de Brotas, Pindamonhangaba e Nova Odessa possuem bom potencial de resposta à adubação, tendo o siratro como espécie considerada, apresentando o solo de Nova Odessa a melhor produção sem adubação.

2. Para o crescimento inicial do siratro, o superfosfato simples apresentou resultados semelhantes à adubação completa no solo de Nova Odessa, enquanto esta última foi significativamente superior nos solos de Pindamonhangaba e Brotas.

3. As adubações estudadas talvez não tenham sido suficientes para o aumento da produção do siratro no solo de Itapetininga. Outros fatores não considerados neste trabalho podem estar afetando os resultados encontrados.

4. As variações encontradas para a massa nodular nos diferentes solos e tratamentos evidenciaram que, onde não se aplicaram adubos, praticamente não houve formação de nódulos.

SUMMARY: Mineral nutrition of siratro (*Macroptilium atropurpureum*) was studied in a greenhouse experiment held at the Estação Experimental Central de Nova Odessa, SP, Brazil, of the Instituto de Zootecnia, from September to November, 1978, with three fertilization levels: I - control (without fertilization); II - with phosphorus, calcium and sulphur; III - treatment II plus liming, potassium, zinc and molybdenum, using four different soils of São Paulo State (two Latosols, one Podzol and one Quartzous Sand), all of them with low fertility. The dry matter production and height of the plants were significantly increased with fertilization treatments applied to all soils, except for the soils Latosol orto, from Itapetininga, which had low plant productions in all treatments. Dry matter production in the soils LVA - terraço and Quartzous Sand was greater with treatment III than with treatment II and for the Red-Yellow Podzolic soil Laras variation there was no statistical differences between the treatments II and III.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ALCÁNTARA, P. B. & BUFARAH, G. Plantas forrageiras; gramíneas e leguminosas. São Paulo, Nobel, 1979. 150 p.
- 2 - ANDREW, C. S. Influence of nutrition on 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, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1962. p. 130-46. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 46)
- 3 - _____ & NORRIS, D. O. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate pasture legume species. Austral. J. agric. Res., East Melbourne, 12(1):40-55, 1961.
- 4 - BRAZÓN, C. A. Efeitos da aplicação de calcário, fósforo, potássio e inoculante sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de *Phaseolus atropurpureus* D.C. cv. Siratro. Tese de Mestrado. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1971. 61 f. Mimeo.
- 5 - FREITAS, L. M. M. & PRATT, P. F. Respostas de três leguminosas a calcário em diversos solos ácidos de São Paulo. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 4:89-95, 1969.
- 6 - GRIPP, A. & FREITAS, L. M. M. Avaliação do valor residual de duas fontes de fósforo em dois níveis de pH pela produção de três leguminosas cultivadas num latossolo vermelho-amarelo de São Paulo. Matão, SP, Instituto de Pesquisas IRI, 1968. 18 f. Datil.
- 7 - JONES, M. B.; QUAGLIATO, J. L.; FREITAS, L. M. M. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais a aplicações de nutrientes minerais em três solos de campo cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:209-14, 1970.
- 8 - MATTOS, H. B. Efeitos da aplicação de calcário e micronutrientes sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de *Phaseolus atropurpureus* D.C. cv. Siratro. B. Industr. anim., São Paulo, 32(1):137-80, 1975.
- 9 - _____ & WERNER, J. C. Competição entre cinco leguminosas de clima tropical. B. Industr. anim., São Paulo, 32(2):293-305, 1975.
- 10 - NEME, N. A. & LOVADINI, L. A. C. Efeito de adubos fosfatados e calcários na produção de forragem de soja perene (*Glycine javanica* L.) em "terra de cerrado". Bragantia, Campinas, SP, 26(28):365-71, 1967.
- 11 - WERNER, J. C.; MONTEIRO, F. A.; MATTOS, H. B. Emprego de micronutrientes na forma de elementos traços fundidos (F.T.E.) em leguminosas forrageiras tropicais. B. Industr. anim., São Paulo, 32(2):347-61, 1975.