

RESPOSTAS DE TRES LEGUMINOSAS A CALCÁRIO EM DIVERSOS SOLOS ÁCIDOS DE SÃO PAULO¹

LUIZ M.M. DE FREITAS² e P.F. PRATT³

Sinopse

Experimentos conduzidos em casa de vegetação mediram as respostas de *Medicago sativa*, *Phaseolus atropurpureus* e *Stylosanthes gracilis* à aplicação de calcário em oito solos do Estado de São Paulo, sendo quatro latossolos e quatro podzólicos vermelho-amarelos. A alfafa respondeu ao calcário em toda a faixa de pH de 4,5 a 6,0, obtendo-se produções máximas ao nível de pH 6,4, ou mais, em todos os solos. Somente em um solo a aplicação de calcário para valores de pH acima do máximo determinou decréscimo de produção de alfafa. Aplicação de Mn a dois solos resultou em decréscimos de produção, mas somente quando o pH do solo estava abaixo de 5,5. As maiores médias de produção de *Phaseolus* em todos os solos foram obtidas com pH 6,1 e as de *Stylosanthes* com pH 6,4. As respostas ao calcário medidas na faixa de pH de 4,5 a 6,0 foram, respectivamente, 93% para *Phaseolus* e 146% para *Stylosanthes*. Decréscimos de produção destas duas leguminosas tropicais foram verificados quando o pH ultrapassou a faixa de 6,2 a 6,4. No entanto, enquanto a produção de *Phaseolus* e *Stylosanthes* foi bastante aumentada em alguns solos, não chegou a ser afetada ou foi mesmo reduzida pela calagem aplicada em outros solos. Foi significativa a interação entre solos, leguminosas e tratamentos com Mn.

INTRODUÇÃO

Pouco se conhece das respostas de leguminosas ao calcário em solos extremamente ácidos como os do centro-sul do Brasil. Williams (1967), numa revisão das pesquisas com leguminosas tropicais, enfatizou a necessidade de se obterem mais informações sobre as respostas destas plantas ao calcário e adubos. Jones e Freitas (em publicação) mediram as respostas ao calcário de quatro leguminosas tropicais, num latossolo vermelho-amarelo, ácido, colhido num campo cerrado perto de Matão, Estado de São Paulo. A produção de três leguminosas tropicais, *Centrosema pubescens*, *Phaseolus atropurpureus* e *Glycine javanica* foi aumentada quando a calagem elevou o pH de 5,1 para 6,0, obtendo-se produções máximas com pH perto de 6,5, mas grandes decréscimos de produção resultaram quando o pH passou de 6,5. A produção máxima de uma das leguminosas, *Stylosanthes gracilis*, correspondeu ao pH de 5,3, obtendo-se grande decréscimo de produção quando o pH passou de 6,5. Os dados destes pesquisadores sugerem que uma estimativa mais precisa das doses de calcário a serem em-

pregadas na correção da acidez do solo é da maior importância para assegurar elevados níveis de produção destas leguminosas tropicais. Os decréscimos de produção obtidos com pH acima de 6,5 igualaram ou excederam os aumentos de produção obtidos quando se elevou o pH de 5,0 para 6,0.

Andrew e Norris (1961) verificaram, na Austrália, que cinco leguminosas tropicais por eles estudadas apresentavam superior habilidade para nodular, característica associada a uma maior capacidade para extrair Ca do solo, quando comparadas com quatro espécies de regiões temperadas. Contudo, as maiores produções em qualquer destes dois grupos de leguminosas foram obtidas com aproximadamente a mesma aplicação de calcário.

Caro-Costas e Vicente-Chandler (1963) e Vicente-Chandler *et al.* (1964) relataram os resultados da aplicação de calcário e fertilizantes a pastos mistos de kudzu e gramíneas, em Porto Rico. A aplicação de calcário a solos de pH 5,5 aumentou a produção de forragem e eliminou a toxidez de Mn.

No presente trabalho são relatadas as respostas, medidas pela produção de *Medicago*, *Phaseolus* e *Stylosanthes*, à aplicação de calcário em diversos solos ácidos de São Paulo.

Foram ainda incluídos dois tratamentos para estudar a interação calcário x fósforo, e a dois dos solos, adicionou-se manganês com o fim de investigar alguns aspectos da interação calcário x manganês.

¹ Recebido em 3 de janeiro de 1969 e aceito para publicação em 6 de janeiro de 1969.

Este trabalho foi conduzido como um projeto da Aliança para o Progresso sob o contrato USAID/IRI no Brasil.

² Agrônomo do Instituto de Pesquisas IRI, Matão, SP.

³ Professor de Ciência do Solo no Departamento de Solos e Nutrição Vegetal da Universidade da Califórnia, Riverside, Califórnia, E.U.A., anteriormente Químico de Solos do Instituto de Pesquisas IRI.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Oito amostras de terra, representando três grandes grupos de solos, foram coletadas durante o ano de 1964, sendo, após tratamento, usadas num ensaio em vasos que se prolongou pelo ano de 1965. Dados sobre os grandes grupos de solo, profundidade do perfil, pH original, Al trocável e capacidade de troca catiônica, determinada a pH 7, destas amostras, são apresentadas no Quadro 1. As características químicas destes solos foram discutidas por Pratt e Alva-hydo (1966) e as necessidades de calcário relatadas por Freitas *et al.* (1967).

Análises mineralógicas por difração com raios X indicam ser a caulinita o mineral dominante na fração argilosa do solo 1; caulinita e gibbsita predominam nos solos 2, 11 e 12, mas na argila mais fina dos solos 5 e 6, a caulinita é acompanhada por um mineral de argila do tipo 2:1. As argilas das amostras 16 e 18, pertencentes às terras roxas, são constituídas fundamentalmente de óxidos de ferro e alumínio e gibbsita, com nenhuma ou pequenas quantidades de caulinita.

Métodos

Em junho de 1965 foi iniciado um experimento de fertilidade, em casa de vegetação, com os tratamentos indicados no Quadro 2, experimento este terminado em junho de 1966. Em adição aos oito solos apresentados no Quadro 1, os solos 2 e 16 foram tratados com 400 ppm de Mn sob a forma de $MnSO_4$ e incluídos no experimento como solos 2 Mn e 16 Mn. Foram usadas três repetições, com 2,5 kg de terra por vaso. Nestas condições, o experimento consistia de dez solos, sete tratamentos e três repetições. Os vasos foram irrigados com água destilada, sendo adicionada a água necessária para elevar o peso dos vasos até uma certa capacidade de retenção fixada

de acordo com o tipo de solo e o desenvolvimento das plantas nos vasos.

Depois de obtidos quatro cortes de alfafa (*Medicago sativa*) os solos foram recolocados nos vasos, semeando-se alfafa (*Medicago sativa*) numa das repetições, siratro (*Phaseolus atropurpureus*) na segunda e *Stylosanthes* (*Stylosanthes gracilis*) na terceira repetição. Deste modo, a comparação direta do efeito do calcário nestas três leguminosas foi feita com apenas um corte, num experimento sem repetições, razão pela qual a resposta diferencial destas leguminosas ao calcário só é possível por comparação da correlação e regressão entre crescimento e pH do solo. Infelizmente, o experimento teve que ser terminado, por falta de fundos, antes que mais cortes pudessem ser obtidos.

Depois de colhidas as plantas, determinou-se o fósforo do solo extraído por uma solução 0,050 N HCl e 0,25 N H_2SO_4 (Olsen & Dean 1965). Os valores de pH do solo foram determinados numa suspensão de solo em água na relação de 2,5 para 1.

Para cada solo calculou-se a quantidade de calcário necessária para elevar seu pH para 6,5. Este cálculo foi feito com base no calcário equivalente à acidez deslocada por uma solução normal de $Ca(OAc)_2$, pH 7,0 (Freitas *et al.* 1967). Usou-se, como corretivo, uma mistura de óxido de Ca e Mg com uma relação molecular de 5 Ca para 1 Mg, referida no texto pelo termo mais genérico de calcário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH do solo, no início do experimento, e o peso médio do total dos quatro cortes de alfafa são apresentados no Quadro 2, mostrando-se graficamente na Fig. 1, as relações entre a produção de peso seco e o pH para três dos solos estudados.

As respostas da alfafa ao calcário foram grandes em todos os solos. As produções máximas foram obti-

QUADRO 1. Classificação, pH e capacidade de troca catiônica dos solos usados na casa de vegetação

Solo n.º	Grande grupo de solo	Profundidade (cm)	pH original	Al trocável (me/100 g)	Capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (me/100 g)
1	Latosolo vermelho-escuro	0-15	4,3	1,7	2,7
2	Latosolo vermelho-escuro	0-15	4,0	1,2	3,2
5	Podzólico vermelho-amarelo	0-20	4,5	3,5	17,7
6	Podzólico vermelho-amarelo	30-50	5,2	5,7	13,0
11	Podzólico vermelho-amarelo	0-15	4,3	3,2	7,0
12	Podzólico vermelho-amarelo	30-50	4,4	3,8	6,2
16	Latosolo roxo (terra roxa)	0-15	4,2	1,0	6,9
18	Latosolo roxo (terra roxa)	0-15	4,2	0,7	6,0

QUADRO 2. Valores de pH no início do experimento e produção total da matéria seca de alfafa em quatro cortes. Os dados representam a média de três repetições

Nível de		pH		Produção		pH		Produção		pH		Produção		pH		Produção	
P ^a	Ca ^b			(g/vaso)		(g/vaso)			(g/vaso)			(g/vaso)			(g/vaso)		(g/vaso)
		Solo 1		Solo 2		Solo 2 Mn		Solo 5		Solo 6							
0	0	4,5	0,0	4,5	0,0	4,7	0,0	4,8	0,0	4,7	0,4						
1	0	4,4	0,3	4,6	1,4	4,7	0,0	4,8	0,8	4,8	0,4						
1	1	5,2	50,6	5,4	75,1	5,0	13,5	5,5	91,6	5,3	18,4						
1	2	5,9	101,9	5,9	106,9	5,6	92,5	6,1	112,2	6,4	88,0						
0	3	6,4	2,1	6,5	9,0	6,3	8,5	6,8	2,6	6,7	0,8						
1	3	6,7	117,8	6,7	108,6	6,3	107,6	6,9	119,1	7,0	68,7						
1	4	7,2	120,1	7,3	100,4	6,9	102,8	7,1	116,9	7,4	69,7						
		Solo 11		Solo 12		Solo 16		Solo 16 Mn		Solo 18							
0	0	4,5	0,3	4,8	0,4	4,4	0,0	4,7	0,0	4,4	0,0						
1	0	4,5	7,8	4,6	4,4	4,5	0,5	4,6	0,0	4,4	0,0						
1	1	5,6	96,2	5,3	69,4	5,6	92,2	5,4	76,5	5,5	85,6						
1	2	6,4	111,7	6,5	99,0	6,2	114,3	6,0	110,5	6,2	100,9						
0	3	7,0	0,6	7,3	1,0	6,6	96,3	6,4	75,2	6,5	64,9						
1	3	7,2	114,8	7,4	94,7	7,0	120,3	6,8	118,2	6,8	104,9						
1	4	7,4	112,5	7,6	105,9	7,4	106,9	7,1	117,3	7,0	102,5						

^a Foram aplicados 200 ppm de fósforo. Todos os vasos receberam ainda 1 ppm de B, 2,5 ppm de Zn, 0,25 ppm de Mo, 5 ppm de Mn, 100 ppm de K e 100 ppm de N. Enxofre foi aplicado junto, já que foram usados sulfatos de alguns destes elementos.

^b Foi usada uma mistura de óxidos de cálcio e magnésio, variando a quantidade aplicada com o tipo de solo.

das em todos os solos no pH 6,4 ou acima, mas os maiores acréscimos de produção foram observados quando o pH foi aumentado de 4,5 para 6,0. Na verdade, os dados sugerem que aplicações de calcário para valores de pH acima de 6,0 seriam de pouca valia no caso da alfafa na maioria destes solos.

A adição de Mn aos solos 2 e 16 não teve efeito na alfafa, exceto com valores de pH de 5,5 ou menos, sugerindo que aplicações de calcário até este valor de pH foram suficientes para inativar o Mn para baixo do nível tóxico. O aumento de pH acima do ponto de produção máxima resultou em redução

muito pequena, estatisticamente não significativa, de alfafa, exceto no caso do solo 6, em que a produção máxima correspondeu a pH 6,4 e as produções obtidas com pH de 7,0 a 7,4 eram aproximadamente 22% mais baixas.

A relação entre a produção dos tratamentos 5 (omissão de P ao terceiro nível de calagem) e 6 (mesmo nível de calcário com 200 ppm de P) expressa como uma porcentagem de produção do último tratamento e o P disponível pelo reagente HCl-ILSO, é apresentada na Fig. 2. Todas as amostras de solo que continham menos do que 10 ppm de P solúvel eram provenientes do tratamento que não recebera P e todos aqueles que continham mais do que 10 eram do tratamento 6. Esta relação sugere ser o nível de 10 ppm de P solúvel ponto satisfatório de diagnóstico para este teste de solo. Esta conclusão está de acordo com o trabalho resumido por Cate (1965). A relação entre o teor de P da parte aérea da alfafa e as produções obtidas sugere que um teor de 0,15% de P na parte aérea da planta de alfafa foi suficiente para eliminar a deficiência de P.

Os valores de produção de um corte de alfafa, *Phaseolus* e *Stylosanthes* aos quatro níveis de calcário e o pH dos solos antes da semeadura são mostrados no Quadro 3, apresentando-se no Quadro 4 os

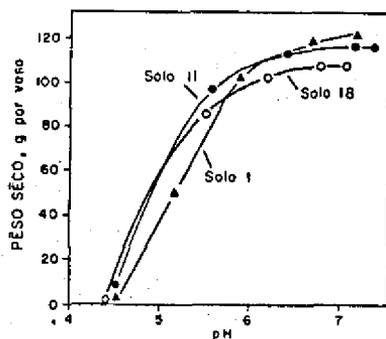


FIG. 1. Relações entre o peso seco de alfafa e o pH de três solos.

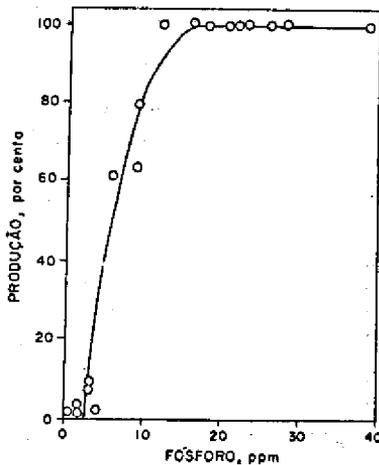


FIG. 2. Relação entre a produção dos tratamentos 5 e 6 expressa como porcentagem de produção do tratamento 6, e o teor do P do solo (ppm de P).

coeficientes de correlação linear e quadrática para as relações entre as produções obtidas e o pH dos tratamentos respectivos para os vários solos. A significância dos coeficientes de correlação quadrática é in-

dicada somente quando eram significativamente diferentes da correlação linear. Nos solos 5 e 16 a resposta do *Stylosanthes* ao calcário era essencialmente negativa, mas em todos os outros casos a resposta era positiva, inexistente ou positiva até uma produção máxima correspondente a um pH de 6,0 a 6,5, seguida de decréscimo de produção com valores de pH mais altos. No caso da alfafa, as correlações tanto linear quanto quadrática entre produção e pH dos tratamentos foi significativa ao nível de probabilidade 0,05 em todos os solos, ao passo que no caso do *Phaseolus* e do *Stylosanthes* as correlações não foram significativas em alguns solos. Contudo, algumas das relações que não eram estatisticamente significativas são de maior interesse em face da falta de resposta, negativa ou positiva, ao calcário. Isto é, em alguns dos solos o crescimento das leguminosas tropicais era independente do pH e a correlação não era significativa, embora os pontos de produção caíssem na mesma linha quando a produção era graficamente comparada com o pH.

É possível que algumas das variações da curvilinearidade resultem da inabilidade para escolher a curva

QUADRO 3. Pêso seco da alfafa, *Phaseolus* e *Stylosanthes* e pH do solo antes da semeadura nos vários tratamentos

Solo n.º	Nível de calagem	Pêso seco (g/vaso)			pH	Solo n.º	Nível de calagem	Pêso seco (g/vaso)			pH
		Alfafa	<i>Phaseolus</i>	<i>Stylosanthes</i>				Alfafa	<i>Phaseolus</i>	<i>Stylosanthes</i>	
1	0	0,3	2,9	1,2	4,4	11	0	0,5	3,9	2,2	4,5
	1	0,6	3,3	0,8	4,8		1	1,6	5,3	0,8	4,8
	2	1,5	3,7	3,0	5,0		2	8,1	6,6	0,3	6,0
	3	3,6	4,3	1,9	5,7		3	7,8	6,0	8,8	6,7
	4	7,3	4,6	3,8	6,5		4	0,8	7,0	3,8	7,4
2	0	0,8	3,2	0,8	4,8	12	0	0,3	2,5	0,8	4,4
	1	1,1	3,6	4,8	4,9		1	0,3	5,1	3,8	4,8
	2	0,9	4,8	4,6	5,4		2	1,8	5,6	4,3	5,3
	3	5,0	5,9	8,3	6,2		3	5,6	7,4	5,6	6,4
	4	7,3	3,3	0,5	6,8		4	5,6	4,8	2,8	7,3
2 Mn	0	0,0	0,0	0,0	4,5	16	0	0,0	4,6	0,8	4,5
	1	0,6	1,3	2,5	5,0		1	3,0	6,2	1,3	5,2
	2	1,6	4,3	4,8	5,3		2	8,0	5,8	0,3	5,8
	3	4,3	5,8	9,0	5,9		3	7,8	6,6	1,6	6,4
	4	6,3	6,8	8,3	6,6		4	6,3	6,6	7,6	7,3
5	0	1,0	6,3	12,3	4,6	16 Mn	0	0,0	0,0	0,5	4,4
	1	1,4	6,3	15,6	5,2		1	1,5	5,8	2,6	5,2
	2	2,1	6,4	8,9	5,8		2	6,0	6,6	5,8	5,8
	3	5,9	6,2	8,8	6,6		3	7,8	5,2	9,3	6,5
	4	5,9	6,6	0,3	7,4		4	8,2	5,3	7,0	7,4
6	0	0,0	1,9	0,3	4,6	18	0	3,2	4,8	0,6	4,7
	1	1,3	3,8	4,6	5,0		1	3,9	5,0	5,2	5,1
	2	4,2	6,2	7,8	5,6		2	6,9	5,0	8,3	6,0
	3	4,6	5,2	5,3	6,8		3	7,2	5,6	7,8	6,8
	4	4,4	5,0	3,3	7,4		4	0,8	4,8	7,8	7,6

QUADRO 4. Coeficientes de correlação, linear e quadrática, entre produção e pH do solo

Solo- n.º	Alfafa		Phaseolus		Stylosanthes	
	r ²	R ²	r ²	t ²	r ²	R ²
1	0,97++	0,99	0,94++	0,99	0,43	0,43
2	0,90++	0,97++	0,08	0,80	0,90++	0,92
2 Mn	0,97++	0,98	0,91++	0,91	0,86++	0,95++
5	0,88++	0,88	0,29	0,50	0,76+	0,87
6	0,74++	0,97++	0,39	0,89+	0,06	0,91+
11	0,73+	0,98++	0,76+	0,83	0,29	0,29
12	0,91++	0,93	0,29	0,93++	0,14	0,93++
16	0,58	0,93++	0,69+	0,83	0,43	0,77
16 Mn	0,88++	0,93	0,36	0,84	0,74+	0,88
18	0,74+	0,99++	0,07	0,48	0,62	0,92+

+ Significante ao nível de probabilidade 0,10.
++ Significante ao nível de probabilidade 0,05.

que melhor se adaptasse aos dados. Em vista do pequeno número de graus de liberdade para cada solo não se tentou calcular qualquer equação do terceiro grau.

As Fig. 3 a 7, inclusive, mostram gráficamente o tipo de dados obtidos, ilustrando o grande contraste entre as respostas a calcário das três leguminosas nos diferentes solos. No solo 6 (Fig. 3) obtém-se uma melhor adaptação com uma curva do tipo $y = c + ax^2$, em que $y =$ produção e $x =$ pH do solo, para tôdas as três culturas. As equações de regressão indicam que as maiores produções deveriam corresponder a valores de pH de 6,2 a 6,6, com decréscimos na produção a valores mais altos de pH. Pelo contrário, no solo 5 (Fig. 4) as relações eram tôdas lineares, com resposta positiva para alfafa, negativa para *Stylosanthes* e sem resposta para *Phaseolus*. Dêste modo, o *Phaseolus* e o *Stylosanthes* res-

ponderam diferentemente nestes dois solos, mas esta diferença nas respostas não era a mesma nestas duas leguminosas. Isto é, verificou-se uma grande interação entre solos e leguminosas. Os solos 5 e 6 são podzólicos vermelho-amarelos com a mesma mineralogia, possuindo ambos considerável Al trocável (3,5 e 5,7

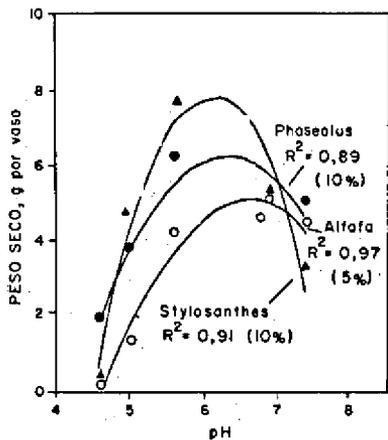


FIG. 3. Relação entre a produção de três leguminosas cultivadas no solo 6 e o pH dos tratamentos.

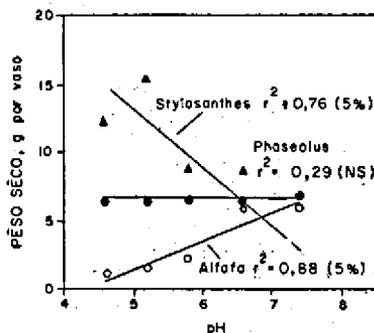


FIG. 4. Relações entre a produção de três leguminosas cultivadas no solo 5 e o pH dos tratamentos.

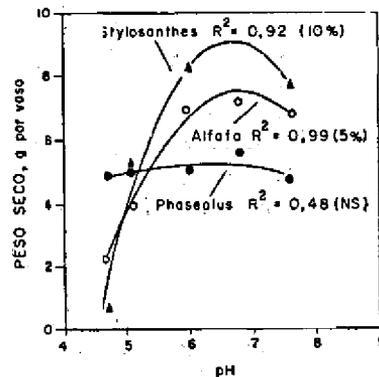


FIG. 5. Relações entre a produção de três leguminosas cultivadas no solo 18 e o pH dos tratamentos.

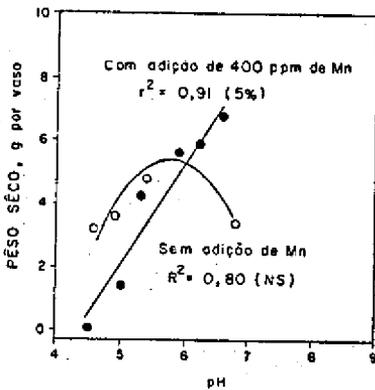


FIG. 6. Relações entre a produção de *Phaseolus* no solo 2, com e sem Mn, e o pH dos tratamentos.

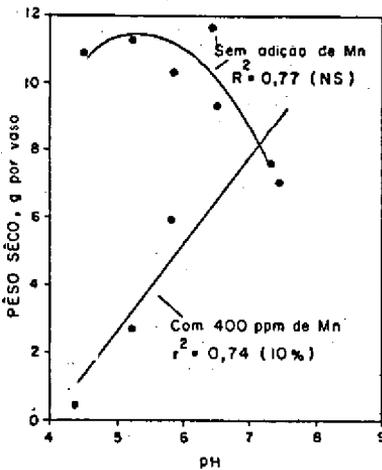


FIG. 7. Relações entre a produção de *Stylosanthes* no solo 16, com e sem Mn, e o pH dos tratamentos.

me por 100 g, respectivamente), mas o solo 5 foi colhido na camada arável e possui teor relativamente alto de matéria orgânica, enquanto o solo 6, um sub-solo, apresenta baixa quantidade de matéria orgânica. O fato de a matéria orgânica reduzir a toxicidade de Mn em solos ácidos, mas agravar a deficiência de Mn em solos neutros, sugere estar-se em presença de um duplo problema de toxicidade e deficiência de Mn. Possivelmente, as duas leguminosas tropicais não são muito sensíveis ao Al, e as diferenças de resposta entre estes dois solos podem ser explicadas pela toxicidade de Mn na faixa mais baixa de pH e deficiência de Mn na faixa neutra. Se for este o caso, então o *Phaseolus* deve ser planta mais tolerante, tanto no que respeita à toxicidade quanto no que se refere à deficiência de Mn.

As respostas de alfafa e *Stylosanthes* ao calcário no solo 18 (Fig. 5) eram curvas do segundo grau, porém

a resposta de *Phaseolus* foi pequena ou nula. Como se pode verificar, o *Phaseolus* respondeu de forma semelhante à verificada no solo 5, enquanto o *Stylosanthes* se comportou como no solo 6.

O efeito da adição de 400 ppm de Mn ao solo 2 na resposta de *Phaseolus* ao calcário é mostrado na Fig. 6, e o da adição de Mn ao solo 16 na resposta de *Stylosanthes* ao calcário é mostrado na Fig. 7. Em ambos os casos o Mn reduziu a produção na faixa mais baixa de pH, mas o efeito foi muito maior com o *Stylosanthes* do que com o *Phaseolus*.

Um aumento médio de produção de 93% foi obtido com *Phaseolus* pela adição de calcário, elevando o pH de 4,5 para 6,0, verificando-se, entretanto, ligeiro decréscimo de produção quando o pH passou de 6,2 (Fig. 8). A maior produção correspondeu ao pH de 6,1. No caso de *Stylosanthes*, o aumento médio correspondente à elevação de pH de 4,5 para 6,0 foi de 146%, obtendo-se decréscimo na produção quando o pH continuou aumentando de 6,4 para 7,1. A maior produção média correspondeu ao pH de 6,4. Não se verificou qualquer decréscimo de produção na faixa de pH de 4,5 a 5,5, zona em que a aplicação de calcário determinou os maiores aumentos de produção. Na base dos dados, ainda que limitados, aqui representados, pode-se concluir que a calagem até pH 5,5 deverá resultar em maior produção destas duas leguminosas na maioria dos solos, não tendo qualquer efeito em alguns solos e acarretando decréscimos em muito poucos ou nenhum. Nestas condições, pode ser feita, no que se refere a aplicações de calcário, a recomendação geral de adicionar as quantidades necessárias deste material para elevar o pH do solo para 5,5. Para o caso da alfafa, cal-

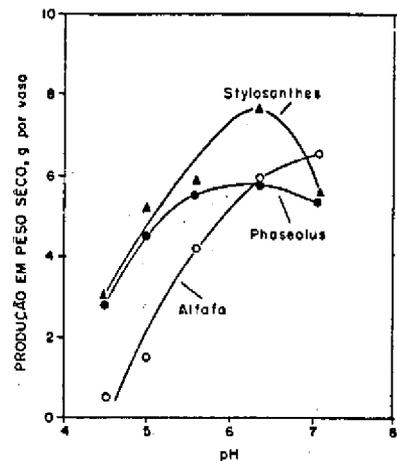


FIG. 8. Relações entre as médias de produção das três leguminosas estudadas e a média de pH dos tratamentos de todos os solos.

cário suficiente para elevar o pH para 6,0 deverá ser recomendado.

Com base nas informações aqui apresentadas, pode-se concluir que as aplicações de calcário, de acordo com o pH do solo, são preferíveis às aplicações de calcário que atendam apenas ao controle da toxidez do Al e à correção das deficiências de Ca e Mg, como discutido por Freitas *et al.* (1967). O emprêgo do método do KCl, em que as necessidades de calcário são estimadas levando exclusivamente em conta o controle de Al e do Ca e Mg, deixaria muitos dos solos com pH abaixo de 5,5.

Antes, porém, que o comportamento destas duas leguminosas tropicais possa ser predito a partir das características dos solos, muito mais trabalhos e experimentos que investiguem a causa ou causas de tão grandes diferenças nas respostas em diferentes solos, deverão ser executados.

CONCLUSÕES

1. Solos latossólicos e podzólicos ácidos do Estado de São Paulo deverão receber aplicações de calcário suficientes para elevar o pH do solo para 6,0, se se quiser assegurar um satisfatório desenvolvimento da alfafa.

2. Como se obtiveram aumentos de produção de *Phaseolus* e *Stylosanthes* em alguns solos com aumentos de pH até 6,0, mas decréscimos em outros solos quando o pH passou de 5,5, a recomendação

mais segura será a aplicação de calcário até um pH de 5,5.

3. Parece justificável e necessário basear as recomendações de calcário no controle de pH, se se quiser obter resultados satisfatórios com tôdas as três leguminosas nos vários tipos de solos estudados.

4. *Phaseolus* e *Stylosanthes* parecem ser altamente sensíveis à toxidez de Mn em solos ácidos.

REFERÊNCIAS

- Andrew, C.S. & Norris, D.O. 1961. Comparative responses to calcium to five tropical and four temperature pasture legume species. *Aust. J. agric. Res.* 12:40-55.
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J. 1963. Effect of liming and fertilization on productivity and species balance of a tropical kudzu-melasses grass pasture under grazing management. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 47:231-242.
- Cate Jr., R.B. 1965. Sugestões para adubação na base de análise de solo: Primeira aproximação. North Carolina State Univ. Int. Soil Testing Project, Recife, Pernambuco.
- Freitas, L.M.M. de, Pratt, P.F. & Vettori, L. 1967. Testes rápidos para estimar as necessidades em calcário de alguns solos de São Paulo. *Pesq. agropec. bras.* 3:159-164.
- Jones, M.B. & Freitas, L.M.M. de -. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo vermelho-amarelo de campo cerrado. *Pesq. agropec. bras.* (No prelo)
- Olsen, S.R. & Dean, L.A. 1965. Phosphorus. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. *Agron.* 9:1035-1049.
- Pratt, P.F. & Alvahydo, R. 1966. Características da permuta de cátions de alguns solos do Estado de São Paulo. *Pesq. agropec. bras.* 1:401-406.
- Vicente-Chandler, J., Caro-Costas, R., Pearson, R.W., Abruna, F., Figarella, J. & Silva, S. 1964. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico. *Bull.* 187, Univ. Puerto Rico Agric. Exp. Sta., Rio Piedras.
- Williams, W.A. 1967. The role of the leguminosae in pasture and soil improvement in the neotropics. *Trop. Agric., Trinidad*, 44:103-115.

RESPONSES OF THREE LEGUMES TO LIME IN SEVERAL ACID SOILS OF SÃO PAULO

Abstract

The responses of *Medicago sativa*, *Phaseolus atropurpureus* and *Stylosanthes gracilis* to lime applications to four latosols and four red-yellow podzols of the State of São Paulo were measured in a greenhouse trial. Alfafa responded to lime in the pH range of 4.5 to 6.0 with maximum yields at 6.4 or above in all soils. In only one soil, liming to pH values above the maximum caused a decreased yield of alfafa. Applications of Mn to two soils decreased yield of alfafa only at pH values of less than 5.5. The average maximum yield of *Phaseolus* for all soils was at a pH of 6.1, and for *Stylosanthes* the average maximum yield was at pH 6.4. The average responses to lime in the pH range from 4.5 to 6.0 were 93% and 146% for *Phaseolus* and *Stylosanthes* respectively. Both of these tropical legumes reduced yields as the pH increased above the region of 6.2 to 6.4. However, *Phaseolus* and *Stylosanthes* yields greatly increased in some soils and were unchanged or reduced in others. A significant interaction between soils, legumes and Mn treatments was found.