

RELAÇÕES ENTRE FÓSFORO EXTRAÍDO POR RESINA E RESPOSTAS DA CULTURA DO ALHO VERNALIZADO À ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CINCO SOLOS COM E SEM ADUBAÇÃO ORGÂNICA⁽¹⁾

L. T. BÜLL⁽²⁾, F. FORLI⁽³⁾, M. A. TECCHIO⁽⁴⁾ & J. C. CORRÊA⁽⁴⁾

RESUMO

Estudaram-se respostas à adubação fosfatada pelo alho vernalizado cv. Roxo Pérola de Caçador em cinco solos com diferentes classes texturais, com e sem adubação orgânica, visando contribuir para o estabelecimento de curva de calibração para fósforo extraído por resina de troca iônica. Foram instalados dois experimentos entre maio e outubro de 1995 e 1996, em vasos (16 L), em casa de vegetação telada do Departamento de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, município de Botucatu (SP). Cada experimento constituiu um fatorial com cinco solos e seis doses de fósforo (original, 50, 100, 200, 400 e 800 mg dm⁻³ de P). A adubação orgânica foi aplicada apenas no primeiro ano, na dosagem de 40 t ha⁻¹ de esterco bovino decomposto. Verificou-se que a aplicação de matéria orgânica dificultou a discriminação dos níveis de fósforo extraído pela resina entre os tratamentos com menores doses de adubação fosfatada. A elevação nos níveis de fósforo aumentou a concentração de clorofila e de N, P, K e Mn e reduziu a concentração de Mg nas folhas; não foram observados efeitos antagônicos do P sobre a absorção de Zn. O nível crítico de fósforo extraído pela resina para os solos utilizados situou-se em torno de 50 mg dm⁻³ de P, enquanto a concentração foliar crítica de fósforo nas plantas de alho foi de 2,5 g kg⁻¹ de P. A adubação orgânica, na dosagem recomendada para o estado de São Paulo, pode substituir a adubação fosfatada na cultura do alho vernalizado.

Termos de indexação: alho, *Allium sativum*, nutrição mineral, níveis de fósforo, matéria orgânica, produtividade.

⁽¹⁾ Trabalho em parte apresentado no XXXVI Congresso Brasileiro de Olericultura, Rio de Janeiro (RJ), 22-26 de julho de 1996. Recebido para publicação em abril de 1997 e aprovado em junho de 1998.

⁽²⁾ Professor do Departamento de Ciência do Solo, FCA/UNESP, Caixa Postal 237, CEP 18603-970 Botucatu(SP). Bolsista do CNPq.

⁽³⁾ Ex-estagiário de iniciação científica do Departamento de Ciência do Solo, FCA/UNESP. Bolsista da FAPESP.

⁽⁴⁾ Ex-estagiário de iniciação científica do Departamento de Ciência do Solo, FCA/UNESP. Bolsista do CNPq, programa PIBIC - UNESP.

SUMMARY: *RELATIONS BETWEEN RESIN EXTRACTABLE SOIL PHOSPHORUS AND RESPONSE OF VERNALIZED GARLIC TO PHOSPHATE FERTILIZATION OF FIVE SOILS, WITH AND WITHOUT ORGANIC FERTILIZER*

*Responses to phosphate fertilizing by vernalized garlic (*Allium sativum*, variety Roxo Perola de Caçador) were studied. To determine the calibration curve for phosphorus extracted with ion exchange resin, five soils of different textural groups, with and without organic fertilizer, were utilized. Two experiments, placed in 16 L pots, were carried out under greenhouse conditions, in the county of Botucatu, State of São Paulo, Brazil, from May to October, 1995 and 1996. Each of these experiments consisted of five soils at six levels of phosphorus (0, 50, 100, 200, 400, and 800 mg dm⁻³ of P). Organic fertilizer was applied only in the first year, at a rate of 40 t ha⁻¹ of bovine decomposed manure. The application of organic matter made it difficult to discriminate the lower levels of applied P. High levels of phosphorus increased the chlorophyll, N, P, K, and Mn concentrations and reduced the Mg concentration in the leaves; P showed no antagonistic effects on the Zn absorption. The critical level of phosphorus, extracted with ion exchange resin, for the five soils was approximately 50 mg dm⁻³ of P, while the critical foliar concentration of phosphorus was 2.5 g kg⁻¹ of P. Organic fertilizer may substitute phosphate fertilization, in the dosage recommended by the State of São Paulo, for vernalized garlic crop.*

Index terms: *Allium sativum, mineral nutrition, organic fertilization.*

INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos macronutrientes exigidos em menor quantidade pela cultura do alho. A concentração média desse elemento no tecido foliar varia entre 2,0 e 5,5 g kg⁻¹ (Zink, 1963; Ruiz, 1985).

De acordo com os dados obtidos por Silva et al. (1981), trabalhando com o cultivar Lavínia, a quantidade absorvida de fósforo pela cultura do alho situa-se ao redor de 13 kg ha⁻¹ de P; entretanto, Zink (1963) encontrou valores ao redor de 43 kg ha⁻¹ de P. Mesmo considerando o maior valor de extração, essa quantidade encontra-se muito abaixo daquelas normalmente aplicadas na adubação.

Uma das razões para aplicações de fósforo em doses elevadas em solos brasileiros deve-se à intensa fixação desse elemento nos solos, principalmente naqueles em que há o predomínio de minerais sesquioxídicos. Tal problema está agravado pelo fato de ser, para esta cultura, a aplicação de fertilizantes feita em área total, com incorporação à profundidade de 20 a 30 cm, o que aumenta consideravelmente a superfície de contato entre o nutriente e o mineral de argila, favorecendo a adsorção e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade para a cultura. Cabe ressaltar que, mesmo para os cultivares agrupados como "nobres", vem ocorrendo a expansão dessa cultura em solos de cerrado, reconhecidamente pobres em fósforo e com alta capacidade de fixação.

Em revisão de literatura realizada para condições brasileiras, Nakagawa (1993) aponta sete trabalhos

específicos ao fósforo: em quatro foram obtidos resultados positivos e em três não houve resposta à adubação fosfatada, mesmo em solos com baixos teores de fósforo disponível. Seno et al. (1994) realizaram trabalho no estado de São Paulo, envolvendo estudos sobre efeitos de fósforo e esterco de curral na cultura do alho cv. Roxo Pérola de Caçador, e não encontraram resposta à aplicação do nutriente. Esses autores (Seno et al., 1995) estimaram em 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a dose máxima econômica para a produção de bulbos. Especificamente para o estado de São Paulo, a recomendação de adubação fosfatada com base nos teores de fósforo extraído por resina de troca iônica situa-se dentro do intervalo de 120 a 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅, considerando os cultivares agrupados como alho "Tropical" e "nobre" (Trani et al., 1996).

É comum os agricultores lançarem mão de doses muito mais elevadas do que aquelas recomendadas pelos serviços de assistência técnica. Na região de Botucatu, principal pólo produtor de alho "nobre" do estado de São Paulo, com área cultivada ao redor de 60 ha, são comuns as aplicações de doses maciças de fertilizantes fosfatados, chegando a atingir valores da ordem de 1.200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Em estudo de comparação dos extratores Mehlich-1, IAC, Olsen, Bray 1 e 2 na avaliação da disponibilidade de fósforo para a cultura de alho em solo de cerrado, Valente et al. (1985) observaram que os teores de fósforo "disponível" extraído pelos diferentes métodos não se correlacionaram significativamente com a produção de bulbos e concluíram que os extratores

estudados, quando utilizados como único índice, não são adequados para avaliar a disponibilidade de fósforo no solo. Da análise dessas informações, pode-se inferir que os produtores estão usando fertilizante em excesso, ou ser a recomendação técnica inadequada, dada a carência de curvas de resposta à adubação fosfatada para a cultura do alho "nobre" com base na determinação de fósforo extraído por resina.

À vista do exposto, pretendeu-se, neste trabalho, estudar a resposta à adubação fosfatada pelo alho "nobre" cultivado em solos com diferentes classes texturais, visando contribuir para o estabelecimento de curvas de calibração para fósforo extraído por resina de troca iônica.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados nos anos de 1995 e 1996, em casa de vegetação telada do Departamento de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, município de Botucatu (SP). Utilizaram-se vasos quadrados de cimento amianto que continham 16 litros de cinco solos coletados na camada arável (0-20 cm) e homogeneizados por meio de destorroamento manual por ocasião do enchimento dos vasos. Selecionaram-se solos de baixa fertilidade natural e diferentes classes texturais: Areia Quartzosa álica (AQa), Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEa), Podzólico Vermelho-Escuro latossólico álico (PEla), Terra Roxa Estruturada álica (TRa), Latossolo Roxo álico (LRa), cujas principais características estão indicadas no quadro 1. As análises químicas de rotina foram feitas de acordo com o método descrito em Rajj & Quaggio (1983). Os teores de fósforo remanescente (Prm) foram determinados, utilizando a técnica de Alvarez V. et al. (s.d.), e os micronutrientes extraídos com DTPA-TEA a pH 7,3 (Camargo et al., 1986).

Os tratamentos de ambos os experimentos constituíram um fatorial 5 x 6, sendo 5 solos e 6 níveis de fósforo, os quais foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. As análises estatísticas foram executadas por meio do programa de computador ESTAT, conforme método descrito por Banzato & Kronka (1989).

Os níveis de fósforo aplicados foram: testemunha, 50, 100, 200, 400 e 800 mg dm⁻³ de P no solo, equivalentes às doses de 0, 229, 458, 916, 1.832 e 3.664 kg ha⁻¹ de P₂O₅. As variações nos níveis de fósforo foram alcançadas por meio de aplicações de superfosfato triplo (420 g kg⁻¹ de P₂O₅) na forma de pó. As quantidades aplicadas, conforme os níveis desejados, foram, respectivamente: 0; 4,4; 8,8; 17,6; 35,8 e 70,6 g por vaso, juntamente com as adubações orgânica, potássica e de micronutrientes.

A primeira etapa de cada experimento, em 28/03/95 e 08/04/96, consistiu da calagem, visando atingir saturação por bases de 75% da CTC, adicionando-se, para AQa, LEa, PEla, TRa e LRa, quantidades respectivas de 9,7; 49,3; 49,2; 40,7 e 67,3 g por vaso de calcário dolomítico (PRNT = 90%). Em seguida, os solos foram umedecidos a 50% da capacidade máxima de retenção de umidade, mantendo-se um período de incubação de 30 dias.

Passado o período de incubação, foram aplicados os demais nutrientes em quantidades idênticas para ambos os experimentos. Apenas no experimento de 1995, foi aplicado 1 litro/vaso de esterco bovino decomposto (10,3 g de P₂O₅ total kg⁻¹), correspondendo à dosagem de 40 t ha⁻¹, conforme recomendações de Lisbão & Fornasier (1992). A adubação potássica foi feita, aplicando-se 6,3 g de cloreto de potássio em cada vaso, quantidade equivalente à aplicação de 241 mg de K₂O dm⁻³. Como fonte de micronutrientes, foi aplicado, em todos os tratamentos, 1,2 g por vaso de FTE BR-9 (B-20; Cu-8; Fe-60; Mn-30; Mo-1 e Zn-60 g kg⁻¹), dosagem correspondente a 120 kg ha⁻¹ do fertilizante.

Quadro 1. Características dos solos utilizados nos experimentos

Solo	pH CaCl ₂	P resina	Prm ⁽¹⁾	Cátions trocáveis			CTC	M.O.	Fe	Mn	Cu	Zn	Argila
				K	Ca	Mg							
		- mg dm ⁻³ -		mmol _c dm ⁻³						g kg ⁻¹			
AQa	4,3	5	53	0,6	3	2	22	8	11	4	0,7	0,6	60
LEa	3,8	4	22	0,5	1	tr	77	28	55	1	1,3	1,2	190
PEla	4,2	7	11	1,0	16	12	112	37	13	29	8,5	1,2	530
TRa	4,3	9	20	0,7	27	13	116	29	55	6	6,2	2,7	370
LRa	3,8	4	6	0,8	2	2	108	37	26	9	7,5	0,6	460

⁽¹⁾ Fósforo remanescente, segundo Alvarez V., V.H. et al. (s.d.).

Após período de incubação de mais 8 dias, em 06/05/95 e 15/05/96, foi feito o plantio de 6 bulbilhos por vaso de alho (*Allium sativum* L.) cultivar Roxo Pérola de Caçador, em espaçamento de 8 cm entre plantas e 15 cm entre duas linhas. Utilizaram-se bulbilhos vernalizados a 4°C, por um período de 45 dias, e apresentando peso entre 3 e 4 gramas. Como cobertura morta após o plantio foi colocada acícula de pinus.

As adubações nitrogenadas de cobertura foram feitas na forma de solução aquosa, aplicando-se 1,4 g por vaso de nitrato de amônio a 30 e 50 dias após a germinação (dag), correspondendo à dose de 50 kg ha⁻¹ de N em cada aplicação, com base em Büll et al. (1996).

Aos 30 dias do plantio, foram coletadas amostras de solo para análise química, conforme referido anteriormente; de cada vaso, foram coletadas duas amostras simples, englobando solo da superfície ao fundo do vaso, utilizando-se de tubo amostrador de aço inoxidável. Aos 70 dag, dentro do período de diferenciação da cultura, coletaram-se duas plantas de cada parcela para análise química dos teores de nutrientes (Bataglia et al., 1983).

Durante o ciclo da cultura, foi avaliado o desenvolvimento das plantas por meio de medidas quinzenais do comprimento da maior folha, bem como o teor de clorofila por meio de clorofilômetro MINOLTA SPAD.

As colheitas foram realizadas aos 122 e 126 dias da emergência, respectivamente, no experimento de 1995 e 1996, ocasião em que foram obtidos os dados de produção com pesagens dos bulbos, após um período de "cura" de 30 dias, e o índice de formato dos bulbos, obtido do quociente entre os diâmetros longitudinal e transversal dos bulbos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de análise química nas amostras de solo coletadas aos 30 dias do plantio (Quadro 2) mostram que a aplicação da dose correspondente a 40 t ha⁻¹ de esterco bovino decomposto proporcionou variações pouco expressivas no conteúdo de matéria orgânica dos solos, mesmo em relação ao teor original (Quadro 1), uma vez que a quantidade aplicada deveria corresponder a um acréscimo de 20 g kg⁻¹ no conteúdo de matéria orgânica de cada solo. Infere-se daí que não tenha sido completa a oxidação do carbono proveniente da adubação orgânica, pelo dicromato de sódio, ou que o período de incubação de 38 dias após a aplicação do esterco teria sido suficiente para promover perdas consideráveis de CO₂ por meio de decomposição do esterco no solo.

Nos solos que receberam adubação orgânica, observou-se elevação nos teores de zinco com o aumento das doses de fósforo aplicadas ($r = 0,71^{**}$).

Shuman (1988), em oito solos da Geórgia/EUA, constatou que, com o aumento da quantidade de fósforo, o zinco movia-se das frações óxidos cristalino de manganês e ferro para a fração trocável em todos os solos, atribuindo o autor ao abaixamento do pH dos solos promovida pela reação inicial do fosfato com o solo, tornando o zinco mais solúvel. No quadro 2, verifica-se o abaixamento do pH de todos os solos, com a dose de fósforo aplicada, em até meia unidade. Entretanto, os solos que não receberam adubação orgânica praticamente não variaram o teor de zinco, o que leva a supor, no caso do presente experimento, que a liberação desse micronutriente pela presença de fosfato ocorreu de formas orgânicas, ou de formas cristalinas, com ação do fosfato se dando apenas em conjunto com a adubação orgânica.

A redução no valor pH de todos os solos com o aumento no nível de fósforo ($r = -0,43^{**}$) pode ser associada à acidificação provocada pelas altas doses de superfosfato triplo aplicado, sobretudo nos três níveis mais elevados. Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz (1994) em níveis que atingiam até 480 mg dm⁻³ de P.

As médias dos teores de fósforo extraído por resina (Quadro 2) mostram aumentos com as doses aplicadas de fertilizante fosfatado. Na presença da adubação orgânica, as maiores variações ocorreram a partir da dose equivalente a 100 mg dm⁻³; as pequenas variações observadas abaixo dessa dose ocorreram como consequência da adubação orgânica. Segundo a recomendação de Lisboa & Fornasier (1992), a aplicação de 40 t ha⁻¹ de esterco de curral decomposto, apresentando 10,3 g de P₂O₅ total kg⁻¹, proporcionou um nível de fósforo total fornecido pelo esterco de 90 mg dm⁻³, não permitindo a manutenção de níveis baixos de fósforo nos solos com adubação orgânica, nos três tratamentos que envolveram as menores doses. Nos solos onde o esterco não foi aplicado, há melhor discriminação entre os níveis mais baixos de fósforo extraído pela resina.

Em uma análise generalizada sobre os teores do fósforo recuperado, não se observaram grandes diferenças na comparação entre solos, a despeito das variações nos teores de argila e nos valores de P remanescente (Quadro 1). De acordo com Alvarez V. (1996), a capacidade máxima de adsorção de fósforo pode ser estimada por meio da determinação do Prm, tendo esses índices se correlacionado negativamente. Os dados obtidos neste trabalho não permitem a distinção entre os solos quanto à insolubilização de fosfatos, independentemente da adubação orgânica, mesmo considerando o período de incubação de 38 dias antes da amostragem dos solos, tempo suficiente para a manifestação dos processos de fixação de fósforo pelos solos.

Observam-se, ainda, nas duas doses mais elevadas, valores de fósforo extraído sensivelmente inferiores nos solos que receberam adubação orgânica, refletindo maior insolubilização do

Quadro 2. Resultados médios da análise química de cinco solos com diferentes doses de fósforo, com e sem adubação orgânica, em amostras coletadas aos 38 dias da aplicação dos tratamentos

Dose de P mg dm ⁻³	Com adubação orgânica					Sem adubação orgânica				
	pH CaCl ₂	MO g kg ⁻¹	P resina mg dm ⁻³	Mn mg dm ⁻³	Zn mg dm ⁻³	pH CaCl ₂	MO g kg ⁻¹	P resina mg dm ⁻³	Mn mg dm ⁻³	Zn mg dm ⁻³
Areia Quartzosa										
Testemunha	6,0	11	90	2,4	2,8	5,5	8	6	2,7	1,5
50	6,2	12	94	2,6	3,2	5,4	6	33	2,8	1,7
100	6,1	14	111	2,2	3,8	5,4	5	75	2,8	1,7
200	5,9	12	150	2,2	4,9	5,3	6	137	3,4	1,7
400	5,6	13	252	2,9	6,4	5,2	4	289	5,7	1,7
800	5,5	11	426	3,5	7,5	5,2	4	571	7,9	1,7
Latossolo Vermelho-Escuro										
Testemunha	6,0	33	63	2,2	4,5	5,9	24	4	0,9	1,9
50	6,0	32	74	2,4	4,4	6,0	21	33	1,1	1,4
100	6,0	31	58	1,8	4,5	6,0	21	72	1,2	1,7
200	5,9	31	99	2,4	5,5	5,8	25	119	1,6	1,6
400	5,8	28	119	2,4	6,1	5,8	24	263	2,3	2,0
800	5,6	29	381	3,7	8,0	5,6	20	500	2,6	1,7
Latossolo Vermelho-Escuro latossólico										
Testemunha	5,9	46	72	31,9	3,1	5,8	37	10	39,9	2,9
50	6,0	40	71	31,2	5,0	5,9	36	35	35,3	3,5
100	5,9	45	85	29,3	6,0	5,9	36	68	35,2	3,1
200	5,9	38	97	28,8	6,7	5,9	35	127	36,8	3,5
400	5,8	41	193	28,2	8,6	5,7	32	282	28,8	3,5
800	5,7	42	441	26,2	9,6	5,6	32	530	29,6	3,3
Terra Roxa Estruturada										
Testemunha	5,7	42	72	7,5	5,8	5,7	28	6	1,4	1,8
50	5,7	39	82	6,4	6,3	5,6	26	36	2,0	1,9
100	5,7	41	101	7,7	6,7	5,5	27	76	1,9	1,6
200	5,6	43	118	8,1	8,2	5,6	22	138	2,0	2,4
400	5,5	37	169	7,7	9,0	5,6	29	291	2,6	2,5
800	5,5	39	373	5,5	9,2	5,5	25	569	3,4	2,6
Latossolo Roxo										
Testemunha	6,0	41	56	5,9	3,5	6,3	32	6	2,4	1,9
50	5,9	41	69	6,6	4,8	6,3	33	31	2,3	1,5
100	6,1	47	80	8,6	5,4	6,3	35	66	2,6	1,5
200	5,9	41	101	6,4	6,0	6,2	38	124	2,2	1,5
400	5,9	36	145	6,6	7,4	6,2	32	256	2,5	1,9
800	5,7	43	333	9,0	8,7	6,0	36	501	3,3	2,1

nutriente. Alguns trabalhos têm mostrado relação direta entre a capacidade máxima de adsorção de fósforo e o conteúdo de matéria orgânica do solo (Leal & Velloso, 1973) ou a matéria orgânica adicionada ao solo (Mello et al., 1982). Utilizando a resina de troca aniônica como extrator, Campello et al. (1994) observaram correlação negativa entre carbono orgânico e fósforo lábil em seis solos sob cerrado de Minas Gerais.

Os demais índices analíticos das amostras de solo não apresentaram variações entre os tratamentos. As médias foram ligeiramente maiores para os solos que receberam adubação orgânica: foram 79% de saturação por bases, 6,3 mmol_c dm⁻³ de K, 31 mg dm⁻³

de Fe e 6,7 mg dm⁻³ de Cu; para os solos sem adubação orgânica, foram 73% de saturação por bases, 4,5 mmol_c dm⁻³ de K, 24 mg dm⁻³ de Fe e 4,0 mg dm⁻³ de Cu.

Os efeitos dos níveis de fósforo sobre a concentração de nutrientes na parte aérea das plantas (Quadro 3) foram evidentes para o nitrogênio, independentemente da adubação orgânica, apresentando correlação significativa ($r = 0,66^{**}$ e $r = 0,64^{**}$) na análise de regressão linear entre as variáveis, confirmando a tendência de elevação na concentração foliar de nitrogênio com as doses de fósforo aplicadas, e estão de acordo com os relatos de Sumner & Farina (1986).

Quadro 3. Concentração de alguns nutrientes na parte aérea de plantas de alho, submetidas a diferentes níveis de fósforo em cinco solos, com e sem adubação orgânica

Dose de P	Com adubação orgânica			Sem adubação orgânica				
	N	P	Mn	N	P	K	Mg	Mn
mg dm ⁻³	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹				
	Areia Quartzosa							
Testemunha	37	4,9Ba	24B	32	2,0Dab	42a	4,3	62Ca
50	38	4,5B	33B	33	2,3CD	42	3,4	48C
100	40	4,8Ba	22B	35	3,3Ca	48a	3,6	50Cab
200	42	5,0ABa	28B	37	4,4Ba	48a	3,0	57Ca
400	43	4,7Ba	42Ba	36	4,7Ba	42	2,8	136Ba
800	45	5,8Aa	174Aa	39	6,1Aa	43	2,8	338Aa
Média	41a ⁽¹⁾	4,9a	54a	35a	3,8a	44a	3,3c	115a
	Latossolo Vermelho-Escuro							
Testemunha	38	3,8b	16AB	30	1,4Cb	37Bab	5,9	63ABa
50	39	3,9	13B	30	1,7BC	38AB	4,6	43B
100	37	3,2c	14B	29	1,7BCb	38ABbc	5,1	63ABa
200	40	3,7b	20AB	29	2,3BCb	40ABab	4,0	52ABa
400	39	3,2b	38Aab	33	2,7ABb	43AB	4,0	62ABb
800	41	3,9b	34Bbc	38	3,7AB	46A	3,8	77Ab
Média	39ab	3,6c	23bc	31b	2,3b	40b	4,6a	60b
	Podzólico Vermelho-Escuro latossólico							
Testemunha	38	4,0b	18	29	1,3Bb	32Bb	4,0	39ab
50	39	3,8	21	31	1,6B	39AB	3,9	44
100	40	3,9bc	17	30	1,8Bb	40ABab	4,0	30b
200	41	3,9b	20	30	2,0Bb	40Aab	3,9	33ab
400	40	3,9b	17b	30	2,3Bb	42A	3,2	31c
800	42	3,8b	15c	33	3,5Abc	44A	3,1	29c
Média	40ab	3,9bc	18c	31b	2,1b	40b	3,7bc	33c
	Terra Roxa Estruturada							
Testemunha	38	4,5ab	18	26	1,4Cb	33Cb	4,2	29b
50	40	4,4	18	29	1,8BC	34BC	4,1	24
100	39	4,1ab	17	31	1,8BCb	36ABCbc	4,2	26b
200	39	3,9b	17	31	2,1BCb	38ABCb	3,4	23b
400	39	3,7b	21ab	32	2,6Bb	42AB	3,3	22c
800	41	4,0b	19c	35	4,0Ab	43A	3,0	26c
Média	39ab	4,1b	18c	31b	2,3b	38bc	3,7b	25c
	Latossolo Roxo							
Testemunha	37	3,8 b	27	27	1,5Cb	32BCb	4,4	30b
50	40	3,8	27	31	1,8ABC	35BC	4,5	26
100	39	3,6bc	25	29	1,6BCb	30Cc	4,3	28b
200	39	3,6b	26	30	1,6BCb	34BCb	3,6	23b
400	38	3,7b	30ab	34	2,8Ab	45A	3,2	26c
800	39	3,3b	46b	31	2,6Abc	40AB	3,6	32c
Média	39b	3,6c	30b	30b	2,0b	36c	3,9b	28c
	Média de níveis de P							
Testemunha	38C	4,2	21BC	29C	1,5E	35C	4,5A	45BC
50	39BC	4,1	23BC	31BC	1,8DE	38BC	4,1A	35C
100	39BC	3,9	19C	31BC	2,0D	38BC	4,2A	40C
200	40AB	4,0	22BC	32B	2,5C	40AB	3,6B	38C
400	40AB	3,8	30B	33AB	3,0B	43A	3,3B	55B
800	42A	4,2	58A	35A	4,0 ^A	43A	3,3B	100A
C.V. (%)	6	10	40	7	18	9	11	21

⁽¹⁾ Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas comparam P dentro de cada solo e médias de P. Letras minúsculas comparam solos dentro de cada dose de P e médias de solo.

A concentração de fósforo na parte aérea das plantas cresceu proporcionalmente ($r = 0,75^{**}$) às doses do nutriente em todos os solos que não receberam esterco, ao contrário do observado por Ruiz S. (1985), concluindo o autor que a cultura do alho é muito eficiente na absorção desse nutriente do solo, mesmo naqueles que apresentam níveis de P-Olsen tão baixos quanto 3 mg kg^{-1} . Notam-se teores médios na Areia Quartzosa sensivelmente superiores aos demais solos, indicando maior facilidade de liberação de fósforo para a planta, condizentes com os valores de P remanescente (Quadro 1). Tais dados refletem a importância do conhecimento do valor do P remanescente nas avaliações da absorção de fósforo por plantas cultivadas em solos com características distintas (Alvarez V., 1996), uma vez que os teores de fósforo extraídos pela resina (Quadro 2) não discriminaram, de maneira eficiente, a capacidade de adsorção de cada solo. Para os solos que receberam adubação orgânica, à exceção das pequenas variações observadas na Areia Quartzosa, as doses de fósforo não influenciaram a absorção do nutriente pelas plantas, em função do fornecimento pelo esterco.

A absorção de potássio foi favorecida pela elevação nas doses de fósforo apenas nos solos sem adubação orgânica ($r = 0,54^{**}$). Verifica-se que a elevação na absorção de potássio foi acompanhada por uma redução na absorção de magnésio ($r = -0,54^{**}$), caracterizando o efeito antagônico entre os nutrientes (Büll & Nakagawa, 1995).

Com relação à concentração de micronutrientes no tecido, apenas o manganês foi influenciado pelos tratamentos, contrariando os relatos de Guzman et al. (1992), aumentando a concentração desse nutriente com o aumento da dose de fósforo aplicada ($r = 0,40^{**}$), tanto na ausência como na presença de adubação orgânica, compatíveis com a elevação dos níveis de manganês disponível nos solos AQA e LEa, ambos com os menores conteúdos de argila (Quadro 2). Observam-se, de forma generalizada, concentrações foliares de manganês nitidamente inferiores nos solos que receberam adubação orgânica, o que poderia ser atribuído à complexação desse micronutriente por radicais orgânicos no solo (Mortensen, 1963).

Os demais nutrientes não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, independentemente da adubação orgânica. A concentração média na matéria seca do tecido das plantas que receberam adubação orgânica foi de 37 g kg^{-1} de K, $4,6 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca, $3,4 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, $7,3 \text{ g kg}^{-1}$ de S, 61 mg kg^{-1} de Fe, 24 mg kg^{-1} de Zn, 6 mg kg^{-1} de Cu e 46 mg kg^{-1} de B, enquanto a das plantas cultivadas nos solos que não receberam esterco foi de $5,6 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca, $8,2 \text{ g kg}^{-1}$ de S, 68 mg kg^{-1} de Fe, 15 mg kg^{-1} de Zn, 5 mg kg^{-1} de Cu e 45 mg kg^{-1} de B.

A despeito das expressivas variações nos níveis de fósforo no solo, não foram observados os efeitos de interação negativa entre P e Zn, comuns em solos

que receberam altas doses de fertilizantes fosfatados (Boawn & Brown, 1968; Edwards & Kamprath, 1974), o que poderia estar relacionado, nos solos com adubação orgânica, com a elevação nos teores de zinco disponível com as doses de fósforo aplicado (Quadro 2). Além disso, os níveis adequados de micronutrientes no solo proporcionados pela aplicação de fritas, aliados às altas temperaturas médias (Edwards & Kamprath, 1974) verificadas no período de cultivo nos dois anos, contribuíram para a manutenção de níveis adequados de zinco para a cultura.

O desenvolvimento da cultura, avaliado pelo comprimento da maior folha (Quadro 4), mostrou efeitos dos tratamentos nas plantas cultivadas nos solos que receberam esterco apenas até os 45 dag. Observou-se diminuição do comprimento com o aumento das doses de fósforo, cujos valores são nitidamente inferiores na maior dose, semelhantes aos resultados obtidos por Seno et al. (1994); tais efeitos foram mais evidentes nas medições realizadas aos 15 dag. A partir dos 60 dag, embora a análise de variância não apresente diferenças significativas, percebe-se certa inversão no comportamento da cultura, apresentando valores menores no tratamento que não recebeu fertilizante fosfatado. Essas observações levam à hipótese de que possíveis efeitos danosos promovidos por níveis elevados de fósforo sobre o desenvolvimento da cultura manifestam-se nos períodos iniciais, sendo atenuados com o crescimento da planta, sobretudo a partir do período que envolve a diferenciação em bulbilhos. Observa-se uma inversão de comportamento para os solos que não receberam adubação orgânica, cujo desenvolvimento das plantas só foi afetado pelos tratamentos a partir dos 45 dag, e evidenciados nas últimas quatro avaliações, demonstrando aumentos significativos com a elevação das doses de fertilizantes fosfatados, compatível com a variação da concentração foliar de fósforo (Quadro 3).

A concentração de clorofila nas folhas (Quadro 4) tendeu a aumentar com as doses de fósforo aplicadas, nas avaliações a partir dos 30 dag para os solos com adubação orgânica e, a partir dos 45 dag, para os solos sem adubação orgânica. Tais observações estão associadas à elevação da concentração de nitrogênio no tecido foliar (Quadro 3) proporcionada pela adubação fosfatada, favorecendo a síntese de clorofila. Büll et al. (1996), estudando a interação N x K na cultura de alho, observaram que a concentração da clorofila acompanhava os aumentos na concentração de nitrogênio foliar, em função de doses de fertilizante nitrogenado aplicadas, quando o nível de potássio no solo encontrava-se ao redor de 8% da CTC; para níveis superiores de potássio, esta tendência não foi obedecida, embora ocorressem variações nas concentrações de nitrogênio na matéria seca das plantas. Confrontando os dois experimentos, observam-se maiores teores de clorofila nas folhas das plantas cultivadas nos solos

Quadro 4. Comprimento da maior folha e concentração de clorofila nas folhas de plantas de alho, submetidas a diferentes níveis de fósforo em cinco solos, com e sem adubação orgânica, em diferentes épocas de avaliação (dados relativos à média dos cinco solos)

Dose de P	15d	30d	45d	60d	75d	90d	105d
mg dm ⁻³	Comprimento, cm						
	Com adubação orgânica						
Testemunha	24A ⁽¹⁾	43A	56A	64	74	78	77
50	24A	43A	56A	64	75	79	79
100	24A	43A	56A	65	76	80	80
200	24A	42AB	55AB	64	76	80	80
400	22B	41BC	54AB	63	75	80	80
800	21B	40C	54B	64	76	81	81
C.V. (%)	5	5	4	5	6	6	6
	Sem adubação orgânica						
Testemunha	24	42	50B	52C	55C	56C	60C
50	25	42	51AB	56B	58BC	63B	68AB
100	25	42	51AB	56B	59BC	63B	67B
200	25	42	52AB	59AB	62B	66B	68AB
400	25	42	53A	61A	67A	71A	72A
800	24	42	53A	61A	68A	72A	72A
C.V. (%)	5	5	5	6	6	6	7
	Clorofila, mg 100 cm ⁻²						
	Com adubação orgânica						
Testemunha	5,4	8,7B	7,9B	6,3AB	6,3	n.d	n.d
50	5,4	8,8AB	8,0AB	6,1B	6,3	n.d	n.d
100	5,5	8,8AB	8,1AB	6,2B	6,3	n.d	n.d
200	5,4	8,9AB	8,3AB	6,4AB	6,3	n.d	n.d
400	5,5	9,0AB	8,4A	6,3AB	6,3	n.d	n.d
800	5,6	9,2A	8,2AB	6,6A	6,2	n.d	n.d
C.V. (%)	5	6	7	7	5		
	Sem adubação orgânica						
Testemunha	5,9	8,0A	6,2	5,7ABC	5,0B	4,9C	n.d
50	5,8	7,6AB	6,2	5,5C	5,5AB	5,7B	n.d
100	5,9	7,1B	6,2	5,6BC	5,5A	5,9B	n.d
200	5,8	7,4B	6,3	5,8ABC	5,9A	6,1AB	n.d
400	5,8	7,5AB	6,4	6,1A	5,7A	6,4A	n.d
800	5,8	7,6AB	6,4	6,0AB	5,8A	6,4A	n.d
C.V. (%)	5	8	6	7	7	6	

⁽¹⁾ Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%, dentro de cada época de avaliação.

com adubação orgânica, compatíveis com as concentrações foliares de nitrogênio (Quadro 3). As variações na concentração de clorofila, sobretudo nos solos sem esterco, podem estar relacionadas, também, com os teores de potássio na matéria seca (Quadro 3), conforme observaram Büll et al. (1996).

A análise de variância não revelou diferenças estatísticas para a produção de bulbos (Quadro 5) em função das doses de fósforo aplicadas, em nenhum dos solos que receberam adubação orgânica, embora se observem tendências de aumentos na produção de bulbos nos solos LEa, TRa e LRa. A ausência de resposta, neste caso, pode ser atribuída aos níveis iniciais elevados de fósforo no solo (Quadro 2),

proporcionados pela aplicação de matéria orgânica, criando, dessa forma, condições favoráveis a um adequado rendimento da cultura, independentemente das doses de fósforo. Infere-se daí que, de acordo com as atuais recomendações de adubação no Estado de São Paulo (Trani et al., 1996), a adubação orgânica, sobretudo com a utilização de materiais previamente decompostos, concorre para substituir a adubação fosfatada na cultura do alho vernalizado.

Para todos os solos que não receberam adubação orgânica, observa-se que a produção de bulbos aumentou com as doses de fósforo aplicadas (Quadro 5), resultados semelhantes aos obtidos por Biasi et al. (1982), em solo de Santa Catarina.

Quadro 5. Produção e índice de formato (diâmetro longitudinal/diâmetro transversal) de bulbos de quatro plantas de alho, submetidas a diferentes níveis de fósforo em cinco solos, com e sem adubação orgânica

Dose de P	Com adubação orgânica		Sem adubação orgânica	
	Produção de bulbos	Índice de formato	Produção de bulbos	Índice de formato
mg dm ⁻³	g/vaso		g/vaso	
Areia Quartzosa				
Testemunha	85	0,69	39	0,87Aa
50	86	0,69	69	0,82ABa
100	93	0,68	66	0,80Ba
200	89	0,66	69	0,78Ba
400	94	0,68	84	0,77Bab
800	86	0,69	79	0,79Ba
Média	89ab ⁽¹⁾	0,68b	68bc	0,81a
Latossolo Vermelho-Escuro				
Testemunha	83	0,71	35	0,85Aab
50	85	0,70	50	0,84Aa
100	81	0,73	46	0,82Aa
200	84	0,69	64	0,74Ba
400	74	0,71	85	0,73Bb
800	95	0,69	92	0,72Bbc
Média	84b	0,70ab	62c	0,78a
Podzólico Vermelho-Escuro latossólico				
Testemunha	96	0,72	46	0,75c
50	97	0,70	68	0,71b
100	88	0,71	70	0,70b
200	90	0,71	91	0,76a
400	79	0,70	106	0,71b
800	94	0,69	112	0,71c
Média	90ab	0,71a	82a	0,72b
Terra Roxa Estruturada				
Testemunha	90	0,69	47	0,75c
50	90	0,71	68	0,72b
100	95	0,71	69	0,77a
200	99	0,69	89	0,77a
400	98	0,70	101	0,75ab
800	98	0,68	98	0,72bc
Média	95a	0,70ab	78a	0,75b
Latossolo Roxo				
Testemunha	81	0,71	48	0,80bc
50	84	0,71	69	0,79a
100	90	0,71	72	0,79a
200	98	0,72	77	0,79a
400	92	0,72	84	0,81a
800	104	0,68	90	0,77ab
Média	92ab	0,71a	73ab	0,79a
Média de níveis de P				
Testemunha	87	0,70	43D	0,80A
50	88	0,70	64C	0,78AB
100	89	0,71	65C	0,78B
200	92	0,70	78B	0,77BC
400	88	0,70	92A	0,75BC
800	95	0,68	94A	0,74C
C.V. (%)	13	4	15	3

⁽¹⁾ Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas comparam P dentro de cada solo e médias de P. Letras minúsculas comparam solos dentro de cada dose de P e médias de solo.

Vários trabalhos de pesquisa não apresentam respostas à aplicação de fósforo na cultura do alho, alguns atribuídos aos níveis iniciais elevados desse nutriente no solo, como o de Sumi et al. (1986) e o de Castellane et al. (1987), trabalhando em solo com 34 mg kg^{-1} de P. Entretanto, Costa & Gamarano (1973), em solo com teor muito baixo de fósforo, e Ruiz S. (1985), em solo com apenas 3 mg kg^{-1} de P-Olsen, não encontraram respostas à adubação fosfatada. Resultados semelhantes foram obtidos por Seno et al. (1994) em ensaio conduzido em solo com 24 mg cm^{-3} de P (resina), tanto na ausência como na presença de esterco de curral. Outros trabalhos, como os de Valente et al. (1985) e Seno et al. (1995), revelaram pequenas respostas à adubação fosfatada, apontando doses na ordem de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 como suficientes para a cultura do alho.

Neste trabalho, observa-se que, para as quatro menores doses de fósforo, a maior produção de bulbos nos solos ocorreu em solos que receberam adubação orgânica em relação aos solos nos quais não foi aplicado o esterco; para as duas maiores doses de fósforo, a produção de bulbos foi semelhante para ambas as situações. Confrontando a produção obtida com os níveis originais dos solos que receberam esterco com as duas maiores doses dos solos sem adubação orgânica, observa-se que a produção de bulbos proporcionada apenas pela adubação orgânica atingiu patamar muito próximo às duas maiores doses de fósforo aplicada.

Em razão dos níveis relativamente elevados de fósforo nos solos proporcionado pela aplicação da matéria orgânica, o estudo de calibração, envolvendo a produção relativa de bulbos e o fósforo extraído pela resina, ficou em parte limitado, neste caso, pela ausência de um nível baixo desse nutriente nos solos; no entanto, a análise de regressão, envolvendo os dados dos cinco solos em conjunto, apontou significância ($R^2 = 0,45^*$) na correlação para o modelo quadrático. A mesma tendência, porém mais acentuada, foi observada nos solos que não receberam o esterco ($R^2 = 0,90^{**}$). Em uma análise de regressão conjunta, englobando solos com e sem adubação orgânica, obteve-se valor de coeficiente de correlação altamente significativo ($R^2 = 0,74^{**}$) entre as variáveis, demonstrando efeitos favoráveis da elevação dos níveis de fósforo no solo sobre a produção de bulbos (Figura 1).

Tomando como referência o método dos quadrantes de Cate & Nelson, preconizado por Hunter & Fitts (1969), pode-se inferir como estando ao redor de 50 mg dm^{-3} de P (Figura 1) o nível crítico de fósforo extraído pela resina, valor dentro da faixa de $26\text{-}60 \text{ mg dm}^{-3}$ de P, considerada adequada por Trani et al. (1996). Em trabalho realizado em solo pobre em fósforo, na região dos "cerrados", em Brasília, Valente et al. (1985) não observaram correlação entre a produção de bulbos na cultura do alho e os teores de fósforo extraídos pelos métodos de Mehlich-1, IAC, Olsen, Bray 1 e 2; não há

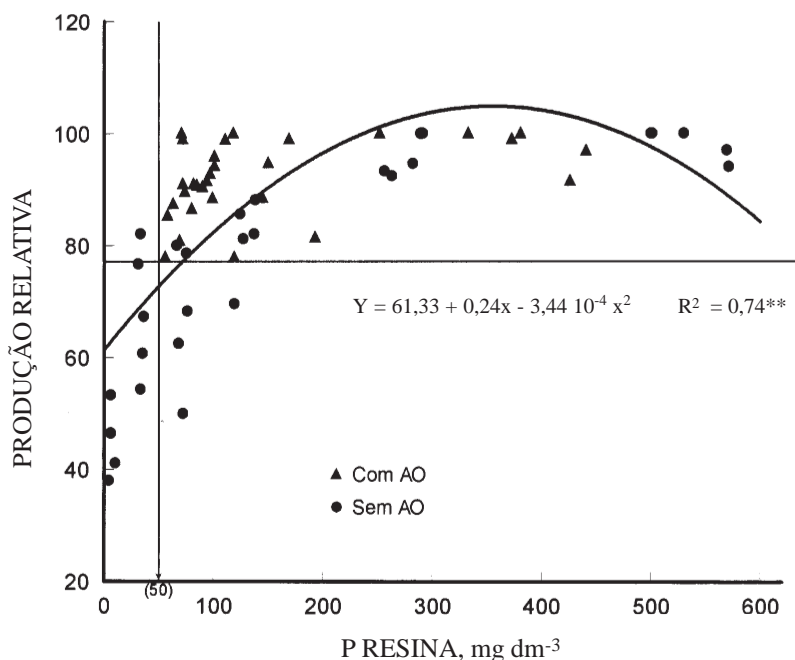


Figura 1. Relação entre o teor de fósforo no solo e produção relativa de bulbos por plantas de alho, submetidas a níveis crescentes de fósforo em cinco solos, com e sem adubação orgânica.

indicação do uso de matéria orgânica no trabalho desses autores, e os tratamentos utilizados partiam de níveis baixos de fósforo no solo.

A figura 2 mostra que a relação entre a concentração de fósforo nas folhas e a produção relativa de bulbos nos solos sem adubação orgânica ajustou-se ao modelo de equação quadrática, com coeficiente de correlação altamente significativo. As maiores concentrações de fósforo na matéria seca, com valores acima de 4 g kg⁻¹ de P, proporcionadas pela elevação nos níveis de fósforo no solo, apresentaram tendência de redução na produção de bulbos. Observa-se, também, que a concentração crítica de fósforo nas folhas obtida no presente experimento está ao redor de 2,5 g kg⁻¹ de P, valor inferior ao da faixa de concentração adequada, entre 3 e 5 g de P kg⁻¹, preconizada por Trani & Raij (1996), e de 3 g kg⁻¹ de P, de acordo com Malavolta et al. (1989). Saliente-se que, no caso do presente experimento, em razão da quantidade necessária de material vegetal, as análises químicas foram feitas com todas as folhas da planta, ainda que excluídas aquelas com sintomas visuais de senescência, o que deve ter contribuído para reduzir o valor da concentração do fósforo no tecido foliar, por englobar, também, as folhas mais velhas com teores mais baixos de fósforo devidos à translocação.

O índice de formato dos bulbos só foi influenciado pelos tratamentos nos solos que não receberam adubação orgânica. Os maiores valores dessa

característica para os níveis mais baixos de fósforo no solo indicam tendência significativa, na análise de regressão hiperbólica (R² = 0,45*), de alongamento do bulbo produzido sob condição de carência desse nutriente, o que foi constatado visualmente, reduzindo o valor comercial em razão da descaracterização do formato do bulbo.

As considerações emitidas, bem como a definição de nível crítico para fósforo no solo, podem ser estendidas às plantas de alho cultivadas no campo, mesmo tendo sido o presente trabalho realizado em casa de vegetação, uma vez que os vasos utilizados permitiram adequado desenvolvimento das plantas, de acordo com os dados de comprimento de folhas e produção de bulbos, compatíveis com culturas de boa produtividade, correspondendo a 8 t ha⁻¹, considerando o espaçamento adotado.

LITERATURA CITADA

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E. & OLIVEIRA, J.A. Determinação do fósforo remanescente (Prm). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, s.d. 11p.

ALVAREZ V., V.H. Correlação e calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F. & FONTES, M.P.F., eds. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.615-646.

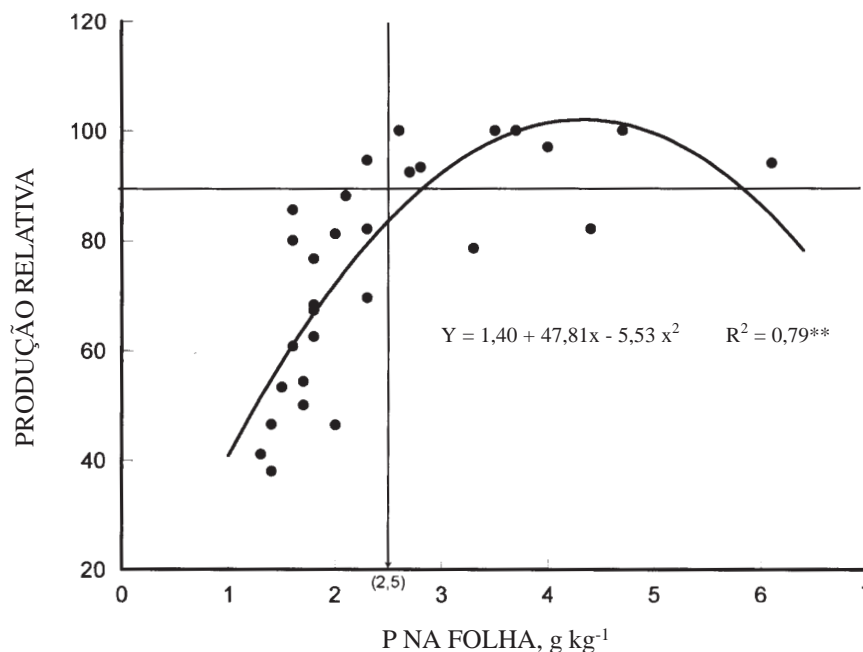


Figura 2. Relação entre o teor de fósforo na folha e produção relativa de bulbos por plantas de alho, submetidas a níveis crescentes de fósforo em cinco solos sem adubação orgânica.

- BANZATO, D.A. & KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247p.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. & GALO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78)
- BIASI, J.; MACHADO, M.O. & VIZZOTTO, V.J. Adubação do alho: doses de fósforo, ano 1979. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22., Vitória, 1982. Resumos. Vitória, Sociedade de Olericultura do Brasil, 1982. p.300.
- BOAWN, L.C. & BROWN, J.C. Further evidences for a P x Zn imbalance in plants. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 32:94-97, 1968.
- BÜLL, L.T. & NAKAGAWA, J. Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio:magnésio no solo. R. Bras. Ci. Solo, 19:409-415, 1995.
- BÜLL, L.T.; NAKAGAWA, J. & VILLAS BÔAS, R.L. Produção de bulbos e incidência de pseudo-perfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássica e nitrogenada. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. Resumos expandidos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. (CD-ROM)
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A. & VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106)
- CAMPELLO, M.R.; NOVAIS, R.F.; FERNANDEZ R., I.E.; FONTES, M.P.F. & BARROS, N.F. Avaliação da reversibilidade de fósforo não lábil para lábil em solos com diferentes características. R. Bras. Ci. Solo, 18:157-165, 1994.
- CASTELLANE, P.D.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; SILVA, E.J. & YAMANE, M. Efeitos de doses de superfosfato simples e de cobertura morta na cultura de alho (*Allium sativum* L.) cvs Hito, Quitéria e Roxo Pérola de Caçador. Hort. Bras., 5:51, 1987. (Resumo)
- COSTA, W.S. & GAMARANO, J.M.P. Ensaio de adubação na cultura do alho (*Allium sativum* L.) em Sete Lagoas - MG. R. Oler., 13:110-11, 1973. (Resumo)
- CRUZ, L.A.A. Desenvolvimento inicial do mamoeiro relacionado à disponibilidade de fósforo no solo. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 1994. 96p. (Tese de Mestrado)
- EDWARDS, J.H. & KAMPRATH, E.J. Zinc accumulation by corn seedlings as influenced by phosphorus, temperature and light intensity. Agron. J., 66:479-482, 1974.
- GUZMÁN, M.M.; VALENZUELA, J.L.; SANCHEZ, A. & ROMERO, L. Physiological ternary groups in horticultural plants. II. Macronutrients. Agrochimica, 36:34-52, 1992.
- HUNTER, A.H. & FITTS, J.W. Estudos de interpretação de teste de solo: ensaios de campo. Raleigh, 1969. 42p. (Bol. Téc. da Série do Prog. Int. de Avaliação e Melhoramento da Fertil. do Solo, 5)
- LEAL, J.R. & VELLOSO, A.C. Adsorção de fosfato em Latossolos sob vegetação de cerrado. Pesq. Agropec. Bras., 8:81-88, 1973.
- LISBÃO, R.S. & FORNASIER, J.P. Alho. In: RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI Jr., R.R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E., eds. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1992. 107p. (Boletim técnico, 100)
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MELLO, F.A.F.; SILVEIRA, R.I. & RÓVERI, M.F.S. Efeito da matéria orgânica sobre a fixação do fósforo no solo. R. Agric., 57:267-271, 1982.
- MORTENSEN, J.L. Complexing of metals by soil organic matter. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 27:179-186, 1963.
- NAKAGAWA, J. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D. & CRUZ, M.C.P., eds. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.341-380.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 3lp. (Boletim técnico, 8)
- RUIZ S., R. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y respuesta a fertilizaciones NP en ajos. Agric. Tec., 45:153-158, 1985.
- SENO, S.; SALIBA, G.G.; PAULA, F.J. & KOGA, P.S. Efeitos de fósforo e esterco de curral na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. Hort. Bras., 12:101, 1994. (Resumo)
- SENO, S.; SALIBA, G.G.; KOGA, P.S. & PAULA, F.J. Efeitos da forma de aplicação e doses de fósforo na cultura do alho (*Allium sativum* L.), "Roxo Pérola de Caçador", Hort. Bras., 13:112, 1995. (Resumo)
- SHUMAN, L.M. Effect of phosphorus level on extractable micronutrients and their distribution among soil fractions, Soil Sci. Soc. Am. J., 52:136-414, 1988.
- SILVA, N.; OLIVEIRA, G.D.; VASCONCELOS, E.F.C. & HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. In: HAAG, H.P. & MINAMI, K., eds. Nutrição mineral em hortaliças. Campinas, Fundação Cargill, 1981. p.241-56.
- SUMI, S.; CASTELLANE, P.D.; BELLINGIERI, P. & CHURATA-MASCA, M.G.C. Cobertura morta e doses de superfosfato simples na cultura do alho. Hort. Bras., 4:32-34, 1986.
- SUMNER, M.E. & FARINA, M.P.W. Phosphorus interaction with other nutrients and lime in field cropping systems. Adv. Soil Sci., 5:201-236, 1986.
- TRANI, P.E. & RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1996. p. consultadas. (Boletim técnico, 100)
- TRANI, P.E.; TAVARES, M. & SIQUEIRA, W.J. Alho. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1996. p. consultadas. (Boletim técnico, 100)
- VALENTE, I.J.; CRISÓSTOMO, L.P.; MESQUITA FILHO, M.V. & SOUZA, A.F. Comparação de extratores de fósforo do solo. Hort. Bras., 3:96, 1985. (Resumo)
- ZINK, K.F.W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 83:579-584, 1963.