

EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA SOBRE A CULTURA DO ALHO VERNALIZADO

RESIDUAL EFFECT OF PHOSPHATE FERTILIZATION OVER VERNALIZED GARLIC CULTURE

Claudinei Paulo de LIMA¹; Leonardo Theodoro BULL²; Fábio Augusto MANETTI¹; Clarice BACKES¹; Roberto Lyra VILLAS BOAS²; Leandro José Grava de GODOY³

1. Doutorando, Departamento de Produção Vegetal/Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu-SP; 2. Professor, Doutor, Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo - FCA-UNESP; 3. Professor, Doutor, Unidade Diferenciada de Registro - UNESP

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual da adubação fosfatada na cultura do alho, cultivada em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho distrófico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x8: duas doses de P e oito combinações de fontes de P, com e sem calcário e micronutrientes, e uma testemunha sem P, com três repetições. As fontes de P utilizadas foram: termofosfatos Yoorin Master®, Yoorin Master® com enxofre, Yoorin-Mg® e termofosfato Usifertil® e o superfosfato triplo. Realizou-se análise de solo antes da instalação do experimento e no período da diferenciação dos bulbos, a análise química das folhas. Não foram detectadas diferenças significativas com relação aos teores de P nas plantas em ambos os solos entre as fontes, diferindo apenas da testemunha. Com as doses ocorreu diferença estatística somente no solo argiloso. Observou-se na produção de bulbos diferença significativa apenas entre as doses de P no solo argiloso. O índice de formato somente foi afetado pelas fontes de P no solo argiloso. Analisando-se o Índice de Eficiência Agronômica pode-se constatar que todos os tratamentos envolvendo aplicação de termofosfato foram inferiores ao superfosfato triplo, em ambas as doses aplicadas ao solo argiloso. Resultados semelhantes ocorreram no solo arenoso na menor dose, à exceção do tratamento termofosfato Usifertil + micronutrientes entretanto, para a dose maior verificou-se que apenas os tratamentos Yoorin Master" com enxofre + micronutrientes e termofosfato Usifertil + micronutrientes obtiveram índices menores comparados ao obtido com o superfosfato triplo + calcário e micronutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: *Allium sativum* L.. Fontes de fósforo. Produção de bulbos. Eficiência agronômica.

INTRODUÇÃO

A produção nacional de alho, em crise a partir de 1994, depois que se iniciou a entrada de alho chinês em nosso mercado, começou a ressurgir na última década, a ponto de vislumbrar-se, em médio prazo, a auto-suficiência nacional do produto amparada pela pesquisa tecnológica que, ano após ano, tem permitido estabelecer novos recordes em produtividade, principalmente nas duas maiores regiões produtoras do País (Sul e Centro-Oeste). No ano de 2004 e 2005 o rendimento médio atingiu 8,1 toneladas por hectare (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE, 2006).

A produtividade da cultura depende, dentre outros fatores, do adequado suprimento de nutrientes, sendo o fornecimento de fósforo uma prática essencial nos solos brasileiros. Entretanto, para prevenir a deficiência deste nutriente é necessária a aplicação de grande quantidade devido à capacidade dos solos tropicais em reter o elemento em formas pouco solúveis, não prontamente disponíveis às plantas. Aplicam-se quantidades muito maiores de P no solo do que as plantas retiram (MALAVOLTA, 1981). Outro fator que

interfere é o aproveitamento inicial do fósforo aplicado no primeiro ano, que é muito baixo, da ordem de 5 a 20% para a maioria das culturas (MALAVOLTA; KLIEMANN, 1985). Considerando o restante do P que permanece no solo, em formas de maior ou menor disponibilidade às plantas, o efeito residual passa a ser um componente muito importante na avaliação agronômica e econômica de práticas de adubação fosfatada (RESENDE et al., 2006).

Segundo Moreira et al. (2002) os fosfatos solúveis e os termofosfatos estão entre os adubos fosfatados mais utilizados atualmente na agricultura brasileira. O superfosfato triplo, solúvel em água é obtido pela acidulação de rochas fosfatadas, que contém cerca de 20% de P, representando juntamente com o superfosfato simples, 50% dos fertilizantes fosfatados fabricados no mundo (FASSBENDER; BORNEMISZA, 1994). Já o termofosfato possui cerca de 8% de P, sendo a sua solubilidade grandemente influenciada pelo pH e pela matéria orgânica do solo. Por ser uma fonte rica em Ca e em Mg, atua muitas vezes como corretivo da acidez do solo (GOEDERT et al., 1985).

Além do tipo de cultura, as fontes de P podem afetar o efeito residual dos adubos

fosfatados. Dessa forma o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito residual de fontes e doses de fósforo na cultura do alho vernalizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em cultivo protegido no Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas do "Campus" de Botucatu/UNESP, localizado a 22°51' S e 48°26' W, com altitude de 786m. Foram utilizados dois solos classificados como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (solo arenoso) e LATOSSOLO VERMELHO distroférrico (solo argiloso) de acordo com a EMBRAPA (1999). Os materiais de solo, coletados nos primeiros 20 cm de profundidade, foram colocados em vasos de cimento amianto com capacidade para 15 litros.

No primeiro ano de cultivo (2000) estudou-se a eficiência dos termofosfatos sendo o delineamento experimental adotado inteiramente casualizado, com três repetições, segundo o esquema fatorial 2 x 8, sendo duas doses de fósforo e oito combinações de fontes de fósforo, com e sem calcário e micronutrientes, além de uma testemunha sem fósforo. As fontes de fósforo utilizadas foram: superfosfato triplo (ST), termofosfato "Yoorin Master" (YM), termofosfato "Yoorin Master" com enxofre (YMS), termofosfato "Yoorin-Mg" (YMg) e termofosfato Usifertil (TU). As doses de fósforo utilizadas corresponderam a 200 e 400 mg dm⁻³ de P, conforme resultados relatados por Büll et al. (1998). Todos os tratamentos receberam adubação complementar (NK) com nitrogênio e potássio. A especificação para os tratamentos aplicados é a que segue:

- Testemunha = calcário + micronutrientes + NK
- STc = superfosfato triplo + calcário + NK
- STcm = superfosfato triplo + calcário + micronutrientes + NK
- YM = Yoorin Master + NK
- YMS = Yoorin Master + S + NK
- YMg = Yoorin Magnésiano + NK
- YMgm = Yoorin Magnésiano + micronutrientes + NK
- TU = termofosfato Usifertil + NK
- TUm = termofosfato Usifertil + micronutrientes + NK

Para os tratamentos que envolveram calagem, aplicou-se calcário dolomítico (PRNT 95%), visando atingir saturação por bases de 80 % da CTC.

A adubação nitrogenada de plantio foi realizada com nitrato de amônio, em quantidade

equivalente a 30 mg dm⁻³ de N; as adubações de cobertura foram feitas aos 30 e 50 dias após a emergência das plantas (DAE), com dose e fonte idênticas à do plantio. A adubação potássica foi realizada aplicando-se 6,3 g de cloreto de potássio em cada vaso, quantidade equivalente a 241 mg dm⁻³ de K₂O, conforme dados obtidos por Büll et al. (1998b). Os micronutrientes foram aplicados em quantidades equivalentes às aquelas fornecidas pelos termofosfatos "Yoorin Master", utilizando-se H₃BO₃, ZnSO₄.7H₂O, MnSO₄.H₂O, CuSO e Na₂MoO₄.H₂O.

No ano seguinte em 14/05/2001, realizou-se novamente o plantio do alho (*Allium sativum*, L.), cultivar Roxo Pérola de Caçador, utilizando-se bulbilhos-sementes vernalizados a 4°C por um período de 45 dias e apresentando peso entre 3 e 4 gramas. Plantou-se 6 bulbilhos por vaso em espaçamento de 8 cm entre plantas e 15 cm entre linhas. Como cobertura morta após o plantio colocou-se acícula de pinus. Os resultados da análise dos solos na implantação do experimento estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

A caracterização química dos macronutrientes do solo foi realizada de acordo com as metodologias descritas por Raij e Quaggio (1983). Os micronutrientes foram analisados através da extração com DTPA-TEA, método descrito por Camargo et al. (1986). O boro foi determinado através do método de cloreto de bário-microondas, método descrito por Abreu et al. (1994).

Neste cultivo somente foi realizado a adubação com nitrogênio e potássio idênticos ao primeiro cultivo.

No período da diferenciação dos bulbos, ao redor de 70 DAE, realizou-se a coleta de folhas para análise química, de acordo com Bataglia et al. (1983). Os dados de produção de bulbos foram obtidos após um período de cura de 30 dias, obtendo-se o valor de índice de formato (diâmetro vertical/diâmetro horizontal).

O Índice de Eficiência Agronômica (IEA) dos fosfatos em estudo foi calculado com base no diferencial da produção obtido entre os fosfatos em teste e o superfosfato triplo, considerando-se a produção média de bulbos.

$$IEA = \frac{\text{Produção com fosfato} - \text{produção sem P}}{\text{Produção com superfosfato triplo} - \text{produção sem P}} \times 100$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, utilizando-se o programa

ESTAT, com metodologia descrita por Banzato e Kronka (1989).

Tabela 1. Análise do solo Neossolo Quartzarênico com diferentes fontes e doses de fósforo, antes da implantação do experimento. Botucatu, 2001.

Fontes de P	Doses P	pH	P _{resina}	Ca	Mg	V	B	Zn
	mg dm ⁻³	CaCl ₂	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³		%	mg dm ⁻³	
STc	200	5,5	84	19	5	54	0,05	0,3
	400	5,3	228	27	7	57	0,07	0,2
Média		5,4	156	23	6	56	0,06	0,3
STcm	200	5,1	61	15	4	49	0,11	6,5
	400	5,1	191	22	5	53	0,27	16,2
Média		5,1	126	19	5	51	0,19	11,4
YM	200	6,4	82	24	12	69	0,24	4,8
	400	7,0	164	33	19	78	0,41	5,9
Média		6,7	123	29	16	74	0,33	5,4
YMS	200	5,2	43	18	6	51	0,14	3,5
	400	6,0	81	23	9	63	0,26	5,1
Média		5,6	62	21	8	57	0,20	4,3
YMg	200	6,6	99	27	14	69	0,08	0,6
	400	7,1	195	38	20	78	0,09	0,7
Média		6,9	147	33	17	74	0,09	0,7
YMgm	200	6,3	84	27	14	68	0,18	3,7
	400	6,9	164	35	20	78	0,37	8,4
Média		6,6	124	31	17	73	0,28	6,1
TU	200	6,4	66	20	10	66	0,01	0,4
	400	6,9	105	25	14	72	0,01	0,5
Média		6,7	86	23	12	69	0,01	0,5
TUm	200	6,5	65	19	11	64	0,05	5,4
	400	6,7	84	23	13	69	0,11	8,7
Média		6,6	75	21	12	67	0,08	7,1
Média de doses P	200	6,0	73	21	10	61	0,11	3,2
	400	6,4	152	28	13	69	0,20	5,7
Testemunha		5,6	2	12	4	45	0,05	0,1

Tabela 2. Análise do solo Latossolo Vermelho distroférico com diferentes fontes e doses de fósforo, antes da implantação do experimento. Botucatu, 2001.

Fontes de P	Doses P	pH	P _{resina}	Ca	Mg	V	B	Zn
	mg dm ⁻³	CaCl ₂	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³		%	mg dm ⁻³	
STc	200	5,3	51	46	19	58	0,03	0,7
	400	5,4	124	60	32	62	0,05	0,7
Média		5,4	88	53	26	60	0,04	0,7
STcm	200	5,0	49	39	16	55	0,05	5,9
	400	4,9	86	40	15	52	0,29	13,2
Média		5,0	68	40	16	54	0,17	9,6
YM	200	4,7	40	22	12	34	0,31	5,6
	400	5,4	109	43	31	65	0,56	14,8
Média		5,1	75	33	22	50	0,44	10,2

YMS	200	4,3	32	17	7	25	0,17	5,7
	400	4,6	69	26	13	41	0,32	7,3
Média		4,5	51	22	10	33	0,25	6,5
YMg	200	4,7	44	22	12	35	0,01	1,1
	400	5,4	105	41	27	56	0,03	1,9
Média		5,1	75	32	20	46	0,02	1,5
YMgm	200	4,5	58	23	11	29	0,25	8,0
	400	5,3	98	33	23	51	0,45	16,5
Média		4,9	78	28	17	40	0,35	12,3
TU	200	4,5	61	21	13	36	0,03	0,9
	400	5,2	85	40	29	55	0,04	1,1
Média		4,9	73	31	21	46	0,04	1,0
TU _m	200	4,4	39	19	12	34	0,15	5,3
	400	5,3	84	38	27	63	0,30	18,2
Média		4,9	62	29	20	49	0,23	11,8
Média de doses P	200	4,7	47	26	13	38	0,13	4,2
	400	5,2	95	40	25	56	0,26	9,2
Testemunha		5,0	6	31	14	50	0,03	0,7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da extração do fósforo por ocasião do cultivo anterior, para o solo Neossolo Quartzarênico, restaram em média para as doses de 200 e 400 mg dm⁻³, teores de 73 e 152 mg dm⁻³ respectivamente, teores maiores comparados a testemunha 2 mg dm⁻³ (Tabela 1). Para o Latossolo Vermelho distroférico, por se tratar de um solo argiloso, portanto, com maior fixação de P, observou-se menor teor médio, restando, o teor residual de fósforo de 47 e 95 mg dm⁻³, sendo o teor da testemunha de 6 mg dm⁻³ (Tabela 2).

Nas Tabelas 3 e 4 verifica-se que os teores de fósforo nas plantas em ambos os solos não apresentaram diferenças entre as fontes, diferindo apenas da testemunha. Para as doses ocorreu

diferença estatística somente no solo argiloso. Esses resultados evidenciam que mesmo com as diferenças nos teores de fósforo no solo, os mesmos forneceram quantidades suficientes para as plantas, pois os teores foliares de fósforo das plantas cultivadas em ambos os solos permaneceram na faixa de teor considerado adequado para a cultura do alho que vai de 30 a 60 g kg⁻¹, segundo Raij et al, (1997).

Nas plantas cultivadas em solo arenoso, verifica-se que para os teores foliares de Mg, houve diferença apenas para as fontes de P, não havendo interação entre doses e fontes. Os maiores teores foram proporcionados pelos termofosfatos, quando comparados ao superfosfato triplo, concordantes com os teores no solo (Tabela 1), entretanto, para as plantas cultivadas no solo argiloso não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 3. Concentração de nutrientes na matéria seca de plantas de alho submetidas a diferentes fontes e doses de fósforo no solo Neossolo Quartzarênico.

Fontes de P	Doses de P mg dm ⁻³	Nutrientes				
		P	Mg	B	Mn	Zn
		----- g kg ⁻¹ -----				
STc	200	4,9	2,1	20	26	18
	400	5,0	2,5	21	32	9
Média		5,0	2,3bc	21d	29	14b
STcm	200	4,4	2,2	33	30	33
	400	4,9	2,2	38	31	34
Média		4,6	2,2c	35a	31	34a
YM	200	5,0	2,9	36	20	18
	400	5,5	3,2	37	15	14

Média		5,3	3,1ab	36a	18	16b
YMS	200	4,9	2,4	32	38	24
	400	4,0	2,8	36	45	18
Média		4,5	2,6abc	34a	41	21ab
YMg	200	5,2	3,3	23	17	26
	400	4,6	3,2	25	16	7
Média		4,9	3,3a	24bcd	17	17b
YMgm	200	4,5	3,2	30	24	18
	400	4,7	3,4	30	15	19
Média		4,6	3,3a	30abc	20	18b
TU	200	5,0	3,2	24	22	13
	400	5,4	3,3	23	18	11
Média		5,2	3,3a	23cd	20	12b
TU _m	200	5,0	3,3	25	21	22
	400	4,8	3,6	36	22	19
Média		4,9	3,5a	31ab	21	21ab
Média de Doses P	200	4,9	2,8	28	25	22A
	400	4,9	3,0	31	24	16B
Média Test.		3,3 ^{*2}	2,8	29	39 [*]	30
CV%		10	15	13	67	39

(1) Letras maiúsculas comparam doses dentro de cada fonte de fósforo e médias de doses. Letras minúsculas comparam fontes dentro de cada dose de fósforo e médias de fontes. Comparação pelo Teste de Tukey 5%; (2) * = Testemunha difere do fatorial.

Tabela 4. Concentração de nutrientes na matéria seca de plantas de alho submetidas a diferentes fontes e doses de fósforo no solo Latossolo Vermelho distroférrico.

Fontes de P	Doses de P mg dm ⁻³	Nutrientes				
		P g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	B mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
STc	200	4,4	2,6	21	24	24
	400	4,9	2,8	26	21	21bc
Média		4,6	2,7	23b	23b	23b
STcm	200	4,2	4,0	22	128	16
	400	4,4	3,1	26	26	19bc
Média		4,3	3,6	24b	77ab	17b
YM	200	4,4	3,1	27	87	27
	400	4,4	3,9	30	40	22bc
Média		4,4	3,5	28ab	64ab	25b
YMS	200	3,1	2,4	31	140	18B
	400	4,4	3,2	34	99	29Ab
Média		3,8	2,9	33a	120a	23b
YMg	200	4,3	3,3	25	98	20
	400	4,3	3,5	19	33	13c
Média		4,3	3,4	22b	66ab	17b
YMgm	200	4,0	3,1	26	119	28
	400	4,4	3,4	27	39	21bc
Média		4,2	3,3	26ab	79ab	25b
TU	200	4,0	3,2	25	116	22
	400	4,9	3,7	23	58	20bc
Média		4,5	3,4	24b	87ab	21b
TU _m	200	4,5	2,9	24	71	28B
	400	4,4	3,7	28	37	68Aa
Média		4,4	3,3	26ab	54ab	48a
Média de	200	4,1B	3,1	25	98A	23B

Doses P	400	4,5A	3,4	27	44B	27A
Média Test.		3,3 ^{*2}	2,7	26	42	27
CV%		11	23	17	73	19

(1) Letras maiúsculas comparam doses dentro de cada fonte de fósforo e médias de doses. Letras minúsculas comparam fontes dentro de cada dose de fósforo e médias de fontes. Comparação pelo Teste de Tukey 5%; (2) * = Testemunha difere do fatorial.

Para os micronutrientes, as variações ocorreram para boro, manganês e zinco, com teores superiores naqueles tratamentos que os receberam (Tabelas 3 e 4).

Para os teores foliares de boro verifica-se que houve influência apenas das fontes de P utilizadas, não havendo influência das doses e nem interação entre doses e fontes em ambos os solos cultivados. Nas plantas cultivadas no solo arenoso os maiores teores de B foram encontrados quando utilizou-se os termofosfatos que contêm micronutrientes em sua formulação ou quando estes foram adicionado separadamente. Para os tratamentos: superfosfato triplo (STc), termofosfato magnésiano (YMg), termofosfato usifertil (TU) e a testemunha o teor de boro ficou abaixo da faixa considerada adequada para a cultura do alho, que vai de 30 a 60 mg kg⁻¹ (RAIJ et al. 1997). Para as plantas cultivadas no solo argiloso o teor de boro permaneceu na faixa de teor considerado adequado para a cultura do alho (RAIJ et al, 1997), somente para o tratamento Yorin Master com enxofre (YMS).

Na Tabela 3 verifica-se que os teores de manganês nas plantas cultivadas em solo arenoso não apresentaram diferenças entre doses e fontes de P, diferindo apenas da testemunha.. Os tratamentos onde ocorreram teores adequados nas folhas de alho foram: termofosfato Yorin Master com enxofre (YMS) e a testemunha, ressaltando que a mesma recebeu micronutriente no plantio do primeiro cultivo. Já para o solo argiloso houve influencia das fontes e das doses de P aplicadas, não havendo interação entre os fatores. O tratamento que utilizou o Yoorin Master com enxofre (YMS) apresentou os maiores teores foliares de Mn quando comparado ao superfosfato triplo (STc), o qual proporcionou teores foliares abaixo da faixa considerada adequada para a cultura de alho (30 a 100 mg kg⁻¹) segundo Raij et al. (1997). Para doses, os maiores teores foram obtidos quando aplicou-se 200 mg dm⁻³.

Para os teores foliares de zinco verifica-se que nas plantas cultivadas no solo arenoso, houve influência tanto para fontes como para doses de P, não havendo interação entre estes fatores. Os maiores teores de Zn foram observados quando utilizou-se o superfosfato triplo + micronutrientes (STcm), não diferindo porém quando utilizou-se o

Yoorin Master com enxofre (YMS) e termofosfato Usifertil + micronutrientes (TUm). Apenas o STcm e a testemunha apresentaram teores adequados as plantas. Os maiores teores de Zn foram obtidos quando aplicou-se 200 mg dm⁻³.

Para as plantas cultivadas no solo argiloso houve interação entre as fontes e a maior dose de P aplicada para os teores foliares de Zn atingindo maiores valores quando aplicou-se o termofosfato Usifertil + micro. Quando comparadas às doses dentro de cada fonte de P verifica-se que os produtos Yoorin Master com S e termofosfato Usifertil com micronutrientes na dose de 400 mg kg⁻¹ apresentaram os maiores teores.

Foi observada diferença significativa na produção de bulbos (Tabela 5) apenas entre doses de fósforo no solo argiloso. A não ocorrência de diferença no experimento pode ser atribuída ao fato dos tratamentos suprirem as necessidades de fósforo das plantas, uma vez que o teor foliar se manteve numa faixa considerada adequada para a cultura. Entretanto, embora com menores níveis de nutrientes no solo, a produção de bulbos do segundo cultivo foi sensivelmente superior àquela do primeiro cultivo, sobretudo no solo argiloso, confirmando o efeito residual dos tratamentos utilizados.

Büll et al. (2004) ao estudarem doses de fertilizantes fosfatados, utilizando como fonte o superfosfato triplo, verificaram um efeito quadrático para a produção de bulbos, atingindo 102 e 100 gramas (média de 4 plantas) para as doses de 200 e 400 mg dm⁻³ respectivamente, para o solo Neossolo quartzarênico e 110 e 100 gramas (média de 4 plantas) para o solo Latossolo Vermelho distroférico. No presente trabalho a produção de bulbos de 4 plantas (Tabela 5) foi semelhante apenas para o solo argiloso 86 e 100 gramas para as doses de 200 e 400 mg dm⁻³ respectivamente, entretanto, para o solo arenoso a produção de bulbos foi inferior (57 e 55 gramas para as doses de 200 e 400 mg dm⁻³) ao encontrado por Büll et al. (2004).

O índice de formato, parâmetro relacionado à qualidade do bulbo em função do seu aspecto visual, somente foi afetado pelas fontes de fósforo no solo argiloso. Os menores índices de formato foram obtidos quando utilizou-se o superfosfato triplo (STc) e o termofosfato Usifertil (TU). Estes

tratamentos proporcionaram bulbos mais achatados, com melhor aspecto visual e, portanto maior valor comercial. Para os demais tratamentos não ocorreu diferença para este parâmetro avaliado.

O Índice de Eficiência Agronômica (Tabela 6) revelou que todos os tratamentos envolvendo aplicação de termofosfato foram inferiores ao superfosfato triplo, em ambas as doses aplicadas ao

solo argiloso. Resultados semelhantes ocorreram no solo arenoso na menor dose, à exceção do tratamento TUm entretanto, para a dose maior verificou-se que apenas os tratamentos YMgm e TUm obtiveram índices menores comparados ao obtido com o STcm, demonstrando um maior efeito residual do superfosfato triplo comparado as outras fontes.

Tabela 5. Produção de bulbos e índice de formato de bulbos (diâmetro vertical/diâmetro horizontal) de plantas de alho submetidas a diferentes fontes e doses de fósforo em dois solos. Botucatu, 2001.

Fontes de P	Doses de P	Solos					
		NQ		LV		NQ	
		Produção de bulbos		Peso médio bulbo		Índice de formato	
	—mg dm ³ —	----g (4 plantas)---		-----g-----		-----cm cm ⁻¹ -----	
STc	200	67	99	17	25	0,74	0,61
	400	82	103	21	26	0,74	0,65
Média		63	101	16	25	0,74	0,63b
STcm	200	57	100	14	25	0,76	0,67
	400	56	113	14	28	0,75	0,68
Média		56	106	14	27	0,76	0,68ab
YM	200	56	86	14	22	0,76	0,67
	400	57	110	14	28	0,78	0,68
Média		56	98	14	25	0,77	0,68ab
YMS	200	45	67	11	17	0,74	0,68
	400	59	96	15	24	0,75	0,67
Média		52	81	13	20	0,75	0,67ab
YMg	200	52	80	13	20	0,72	0,66
	400	56	92	14	23	0,75	0,66
Média		54	86	14	22	0,74	0,66ab
YMgm	200	55	81	14	20	0,76	0,71
	400	46	84	12	21	0,76	0,73
Média		50	82	13	21	0,76	0,72a
TU	200	56	84	14	21	0,71	0,62
	400	69	110	17	28	0,72	0,64
Média		62	97	16	24	0,71	0,63b
TUm	200	71	91	18	23	0,73	0,64
	400	40	95	10	24	0,77	0,72
Média		54	93	14	23	0,75	0,68ab
Média de doses de P	200	57	86B	14	22	0,74	0,66
	400	55	100A	14	25	0,75	0,68
Média da testemunha		39	59 ^{*2}	10	15	0,81	0,69
CV%		34	20	34	20	5	6

(1) Letras maiúsculas comparam doses dentro de cada fonte de fósforo e médias de doses. Letras minúsculas comparam fontes dentro de cada dose de fósforo e médias de fontes. Comparação pelo Teste de Tukey 5%; (2) * = Testemunha difere do fatorial.

Estes resultados podem ser atribuídos aos valores de pH atingidos com a calagem em relação

àqueles alcançados com os termofosfatos (Tabelas 1 e 2), ou seja, para o solo argiloso, em função do

elevado poder tampão, a menor dose de termofosfato não foi suficiente para criar condições de reação adequadas ao desenvolvimento da cultura, não dispensando, portanto, a prática da calagem; para o solo arenoso, mesmo a menor dose foi suficiente para suplantar os valores de pH alcançados com a calagem. Vale ressaltar o menor desempenho da fonte YMS, aquela com enxofre elementar. Outro fator relacionado ao melhor desempenho do superfosfato no solo argiloso deve estar relacionado à menor disponibilidade de fósforo (Tabela 2) de todos os tratamentos envolvendo aplicação de termofosfatos. Em análise generalizada, pode-se inferir que as condições de reação do solo foram mais limitantes à cultura do alho, conforme também observado por Nakagawa et

al. (1998), do que as relacionadas à disponibilidade direta de fósforo ou de micronutrientes, e que todas as fontes de fósforo utilizadas apresentaram efeito residual, nutrindo adequadamente as plantas em fósforo e/ou micronutrientes.

Stefanutti et al. (1995), quando avaliou a recuperação do P residual de um termofosfato magnésiano com diferentes granulometrias, comparando-o com o superfosfato simples granulado concluiu que o uso do termofosfato na forma pó apresentou efeito residual semelhante ao do superfosfato simples e que a granulometria mais grosseira do produto termofosfato resultou menor aproveitamento do fósforo residual.

Tabela 6. Índice de Eficiência Agronômica (IEA) para a produção de bulbos de plantas de alho submetidas a diferentes fontes e doses de fósforo em dois solos. Botucatu, 2001.

Fontes de P	Solo			
	NQ		LV	
	Doses de P (mg dm ⁻³)			
	200	400	200	400
	-----IEA-----			
STc	156	253	98	81
STcm	100	100	100	100
YM	94	106	66	94
YMS	33	118	20	69
YMg	72	100	51	61
YMgm	89	41	54	46
TU	94	176	61	94
TUm	178	6	78	67

CONCLUSÕES

A produção de bulbos apresentou diferença apenas entre doses de P no solo argiloso, com maior produção na dose de 400 mg dm⁻³ de P.

O índice de formato, característica associada à qualidade de bulbos, foi influenciado apenas pelas fontes de P no solo argiloso, produzindo-se bulbos de melhor qualidade quando

utilizado o superfosfato triplo e o termofosfato Usifertil.

O Índice de Eficiência Agronômica revelou que todos os tratamentos envolvendo aplicação de termofosfato foram inferiores ao superfosfato triplo, em ambas as doses aplicadas ao solo argiloso.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate phosphate fertilization in the vernalized garlic culture in two types of soils: neossolo quartzarênico órtico (NQ) and latossolo vermelho distrófico (LV). The experimental design adopted was completely randomized, in split-plot scheme 2X8: two P doses and eight sources of P combinations, with or without limestone and micronutrients, and the control without P, with tree replications. The sources of P utilized were: termphosphates Yoorin Master®, Yoorin Master® with sulphur (S), Yoorin-Mg®, termphosphate Usifertil® and superphosphate triple. Soil analysis was done before experiment installation and chemical analysis of leaves in the period of differentiation of bulbos. It was not detected significant differences related to P content in the plants in both soils and between sources, only differing with the control. For doses statistic difference occurred just in the loamy soil. Bulb production presented significant difference only between phosphate doses in the loamy soil. The format index was only

affected by phosphate doses in loamy soils. Analyzing the agronomic efficiency index it can be noted that all the treatments with termphosphate application were inferior to triple superphosphate in both doses applied in the loamy soil. Similar results were found in the lowest dose in sandy soil, in exception of the treatment termphosphate Usifertil + micronutrients, however, for the highest dose it was observed that only treatments Yoorin Master (S) + micronutrients and termphosphate Usifertil + micronutrients obtained lower index compared with triple superphosphate+ limestone and micronutrients.

KEY WORDS: *Allium sativum* L.. Sources of phosphate. Bulb production. Agronomic efficiency.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. A. et al. Extraction of boron from soil by microwave heating for ICP-AES determination. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v. 25, p.3321-3333, 1994.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.

BATAGLIA, O. C. et al. **Métodos de análises químicas de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim técnico, 48).

BÜLL, L. T. et al. Doses and forms of application of phosphorus in vernalized garlic. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 5, p. 516-521, 2004.

_____. Relação entre fósforo extraído por resina e respostas da cultura do alho vernalizado a adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 459-470, 1998a.

BÜLL, L. T.; VILLAS BÔAS, R. L.; NAKAGAWA, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 456-464, 1998b.

CAMARGO, O. A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 94 p. (Boletim técnico, 106).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informações, 1999. 61 p.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina**. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura, 1994. 420 p.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 129-163.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Eficiência agronômica de fosfatos naturais. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS; ANDA, 2003. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola Municipal (PAM).

Disponível em:

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=5&z=t&o=10&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>.

Acesso em: 28 set. 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: POTAFÓS, 1985. 136 p.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, L. A. C. Eficiência de fontes e doses de fósforo na alfafa e centrosema cultivadas em Latossolo Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1459-1466, 2002.

NAKAGAWA, J. et al. Efeitos de tipos de termofosfatos na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 206, 1998.

RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo /Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31 p. (Boletim técnico, 81).

RESENDE, A. V. et al. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Vicosa, v. 30, p. 453-466, 2006.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 102, p. 1-16, jun. 2003. Encarte técnico.

STEFANUTTI, R.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. Recuperação do fósforo residual do solo, derivado de um termofosfato magnésiano com diferentes granulometrias e do superfosfato simples granulado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 233-238, 1995.