

EXPERIMENTOS DE ADUBAÇÃO E CALAGEM EM CULTURA DE CEBOLA POR MEIO DE BULBINHO¹

T. TANAKA², T. NISHIKAWA³ e S. KAWASAKI⁴

Sinopse

São apresentados os efeitos da calagem, adubação fosfatada e com micronutrientes na cultura de cebola por meio de bulbinho. A aplicação de 6 toneladas de calcário por hectare aumentou a produção em 6,4 toneladas de cebola por hectare em Mogi das Cruzes e 3,9 em Guataporã. A adubação fosfatada teve efeito altamente significativo nos dois locais. A maior produção foi obtida com a aplicação de fósforo à razão de 372 kg de P por hectare em Mogi das Cruzes e 269 kg de P por hectare em Guataporã. Nesse local mediu-se ainda o significativo efeito dos micronutrientes Zn, B e Mo, sendo a produção aumentada em 90% pela inclusão destes micronutrientes na adubação.

INTRODUÇÃO

Vem despertando crescente interesse entre os produtores paulistas a produção de cebola a partir de bulbínhos, cultivados no ano anterior e armazenados por alguns meses. Nestas condições a colheita da cebola é feita no período de entressafra, alcançando bons preços no mercado.

Numa revisão, ainda que breve, não se encontrou qualquer trabalho sobre adubação e calagem de cebola a partir de bulbinho. Apenas Dias (1963) descreveu o método de produção de cebola por bulbinho e Oliveira (1957) fez um estudo comparando épocas de plantio. Tem-se, no entanto, observado grande variação de produção entre agricultores produzindo em idênticas circunstâncias. Na região de Mogi das Cruzes, um agricultor, usando 135 kg de N, 135 de P e 218 de K, colheu apenas 13 toneladas por hectare, porém 30 foram colhidas por um outro que, usando a mesma variedade em igual época, adubou com 280 kg de N, 335 kg de P e 410 kg de K. Necessário se torna, pois, estudar os nutrientes que podem determinar aumentos de produção nas áreas cultivadas com bulbínhos, assim como definir as rela-

ções entre os adubos aplicados e os aumentos de produção correspondentes, objetivando uma produção economicamente mais compensadora.

A cebola é uma planta reconhecidamente exigente em pH (Knott, 1956) e responde de forma satisfatória a aplicações de adubos fosfatados (Hirao, 1966). Respostas a potássio e micronutrientes foram já verificadas, embora com outras culturas em arenito de Botucatu e Bauri inferior, solos comumente usados no plantio de cebola (Mikkelsen *et al.* 1963). Nestas condições foram instalados em Mogi das Cruzes e Guataporã os experimentos de calagem e adubação de cebola produzida por meio de bulbinho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos hidromórficos, com elevado teor de matéria orgânica, têm sido comumente usados na produção olerícola. Seu uso continuado apresenta, porém, sérios problemas, pelo que na região de Mogi das Cruzes, área de horticultura intensiva nas proximidades da capital do Estado de São Paulo, os agricultores começaram a usar outros solos, ainda que de fertilidade muito baixa. É o caso do latossol vermelho-amarelo e dos podzolicados com cascalho, em que foi instalado o experimento de Mogi das Cruzes, ambos possuidores de excelentes características físicas.

No núcleo de Guataporã, após extensivo serviço de drenagem e irrigação, o solo hidromórfico (Ministério da Agricultura, 1960) ainda é o preferido para as culturas de maior valor econômico, como a cebola. De colonização recente, dista Guataporã 30 km de Ribeirão Preto e 300 de São Paulo, sendo porém

¹ Recebido 10 abr. 1969, aceito 23 abr. 1969.

Realizado com um projeto da Aliança para o Progresso sob o contrato USAID/IRI no Brasil. Apresentado na VII Reunião da Sociedade de Olericultura do Brasil, Rio de Janeiro, julho de 1967.

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

³ Eng.º Agrônomo da "Fertilizante Mitsui", Caixa Postal 848, Ribeirão Preto, SP. Ex-encarregado da Cooperativa Agrícola de Cotia, SP.

⁴ Ex-encarregado na Estação Experimental de Horticultura do Instituto de Genética, Universidade de São Paulo e Cooperativa Agrícola Mista de Mogi das Cruzes, Caixa Postal 113, Mogi das Cruzes, SP.

excelentemente servido por estradas de rodagem e de ferro.

Amostras de solo retiradas em Guatapar e analisadas na Seção de Química Agrícola da Cooperativa Agrícola de Cotia, revelaram pH ao redor de 5,6 e teores de 0,07 de PO_4^{3-} , 0,31 de K^+ , 6,02 de Ca^{++} e 1,42 de Mg^{++} , expressos em mE por 100 g de terra. Em Mogi das Cruzes as amostras de solos mostraram pH 4,5 e teores de 0,03 de PO_4^{3-} , 0,13 de K^+ , 1,20 de $Ca^{++} + Mg^{++}$ e 2,35 de Al^{+++} , valores expressos em mE por 100 ml de terra. Estas amostras foram analisadas na Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico de Campinas.

Os bulbinhos foram produzidos em cada um dos locais, a partir de sementes da variedade Baia periforme, do Rio Grande do Sul. A semente usada em Guatapar foi comprada nesse mesmo ano, mas aquela usada em Mogi das Cruzes, embora da mesma origem, vinha sendo selecionada no Instituto de Genética de Piracicaba há alguns anos.

Os bulbinhos foram plantados em canteiros de 1 por 5 m, em três fileiras afastadas de 30 cm, com 10 cm entre plantas. O plantio em Mogi das Cruzes foi feito a 25 de fevereiro de 1966, e a 10 de março de 1966 em Guatapar. Entre os 60 e 70 dias foram colhidas amostras de fôlhas, retirando-se a fôlha madura mais jovem, normalmente a terceira do centro da planta. A análise de fósforo total na matéria sca foi feita segundo o método descrito por Lott *et al.* (1956). Os teores de Zn, B e Mo na matéria sca foram analisados como indica Lott *et al.* (1961). Amostras de solo foram colhidas, somente em Mogi das Cruzes, ao término do experimento e analisadas no laboratório da Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico de Campinas. O valor de pH foi medido em gua.

De um fatorial calcário x fósforo 5^2 foram selecionados 12 tratamentos, suficientes segundo Baird e Mason (1959), para definir a superfície de resposta a êstes dois fatores. Este experimento foi instalado em Mogi das Cruzes e Guatapar, usando-se delineamento de blocos ao acaso. Os tratamentos são mostrados no Quadro 1.

Após a aplicação de calcário, feita dez dias antes do plantio, em duas vêzes, antes e depois de arar, foram misturados os materiais especificados no Quadro 1. Depois de distribuídos a lanço, foram misturados cuidadosamente com a terra, com o auxílio de gadanhos e rastelos. Neste experimento foi usado calcário dolomítico (28% CaO e 18% MgO) e superfosfato simples (20% P_2O_5 ou 8,7% P), além dos adubos indicados adiante.

QUADRO 1. Tratamentos escolhidos do fatorial 5×5 para definir a superfície de resposta a calcário e fósforo *

Tratamentos n.º	Calcário t/ha	P kg/ha
1	3	100
2	3	300
3	9	100
4	9	300
5	6	200
6	6	0
7	6	400
8	0	200
9	12	200
10	0	0
11	6	300
12	12	400

* Todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de nitrogênio e potássio (150 kg/ha), enxôfre (S 50 kg/ha), zinco (Zn 10 kg/ha), boro (B 2 kg/ha) e molibdnio (Mo 0,2 kg/ha).

Um outro experimento, usando uma técnica de diagnse por subtração, foi instalado junto, objetivando verificar a necessidade dos elementos empregados para maximizar as respostas do experimento anterior e acertar a dose de nitrogênio. Assim, um tratamento denominado de "completo", em que foram aplicados todos os nutrientes em doses julgadas suficientes para assegurar uma boa produção de cebola, foi comparado com outros tratamentos nos quais se reduziram as doses de nitrogênio ou se omitiram, sucessivamente, ste nutriente, potássio, enxôfre e os micronutrientes zinco, boro e molibdnio. Num oitavo tratamento, chamado de testemunha, foram omitidos todos êstes nutrientes, recebendo apenas calagem como todos os outros. O Quadro 2 elucida os tratamentos usados.

QUADRO 2. Tratamentos usados para verificar possíveis defcincias em macro e micronutrientes *

Tratamento	Nutrientes, kg/ha						
	N	P	K	S	Zn	B	Mo
Completo	160	160	150	50	10	2	0,1
1/2 nitrogênio	80	160	150	50	10	2	0,1
1/4 nitrogênio	40	160	150	50	10	2	0,1
Sem nitrogênio	0	160	150	50	10	2	0,1
Sem potássio	160	160	0	50	10	2	0,1
Sem enxôfre	160	160	150	0	10	2	0,1
Sem micronutrientes	160	160	150	50	0	0	0
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0

* Foi feita uma aplicação geral com 6 toneladas de calcário dolomítico por hectare.

As análises foliar e de solo obedeceram aos mesmos métodos descritos no experimento anterior.

Em ambos os experimentos foram usados os seguintes adubos, como fonte de nutrientes: Nitroclcio (20% N), Cloreto de potássio (50% K ou K_2O),

Gesso (16% S), Sulfato de zinco (20% Zn), Bórax (10% B), Molibdato de sódio (40% Mo) e Calcário dolomítico (27% CaO e 18% MgO). Superfosfato triplo (20% P ou 46% P_2O_5) foi usado neste experimento para não mascarar o efeito de enxofre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calcário e fósforo

A produção média referente aos vários tratamentos, nos dois locais, é mostrada no Quadro 3. Os efeitos dos tratamentos foram estatisticamente significativos nos dois locais, como se pode verificar no quadro referido.

QUADRO 3. Produção média de cebola, em toneladas por hectare, no experimento de calagem e aplicação de fósforo

Número	Tratamento		Produção de cebola, t/ha	
	Calcário (t/ha)	P (kg/ha)	Mogi das Cruzes	Guataporá
1	3	100	10,4	12,9
2	3	300	21,9	10,3
3	9	100	16,3	15,0
4	9	300	19,8	17,0
5	6	200	19,1	18,5
6	6	0	11,1	8,7
7	6	400	20,5	16,3
8	0	200	12,7	14,6
9	12	200	17,8	19,7
10	0	0	6,4	4,8
11	0	300	18,1	19,9
12	12	400	20,9	17,7
d.m.s.			3,8	5,1
5%			5,2	6,9
1%				

Para definir a superfície de resposta usou-se a seguinte equação polinomial:

$$Y = b_0 + b_1 \text{ Cal} + b_2 \text{ P} + b_{11} \text{ Cal}^2 + b_{22} \text{ P}^2 + b_{12} \text{ Cal P}$$

Nesta equação, Y é a produção estimada, Cal é a quantidade de calcário, em toneladas, e P os quilogramas de fósforo aplicados por hectare. Os valores de b são os coeficientes de regressão.

Como se pode observar no Quadro 4, todos os coeficientes de regressão em Mogi das Cruzes foram significativos ao nível de 0,05, exceto b_{12} . Em Guataporá foram obtidos b_1 , b_2 e b_{22} significativos.

QUADRO 4. Valores de t das equações de regressão

	b_1	b_2	b_{11}	b_{22}	b_{12}
Mogi das Cruzes	2,92**	7,63**	-2,80*	-2,26*	0,268
Guataporá	2,77*	4,70**	-0,78	-3,31**	0,04

* significativo a 5%
** significativo a 1%

As seguintes equações quadráticas representam as superfícies de resposta obtidas nos dois locais, sendo mantidos todos os coeficientes obtidos mesmo que não haja diferença significativas de hipótese de nulidade (Baird & Mason 1959):

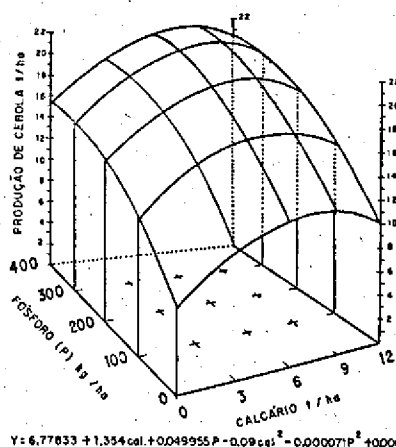
Mogi das Cruzes

$$Y = 6,77833 + 1,354 \text{ Cal} + 0,049955 \text{ P} - 0,09 \text{ Cal}^2 - 0,000071 \text{ P}^2 + 0,00035 \text{ Cal P}$$

Guataporá

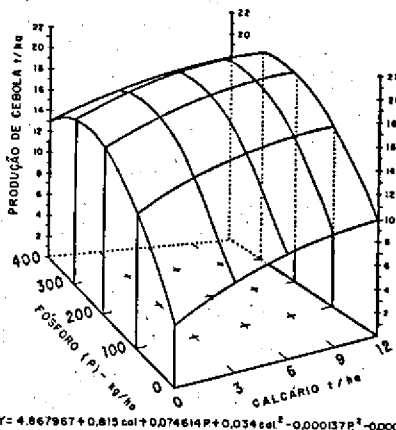
$$Y = 4,867967 + 0,815 \text{ Cal} + 0,074614 \text{ P} - 0,34 \text{ Cal}^2 - 0,000137 \text{ P}^2 - 0,000076 \text{ Cal P}$$

As superfícies calculadas para Mogi das Cruzes e Guataporá são mostradas respectivamente nas Fig. 1 e 2. As produções máximas foram estimadas pela



$$Y = 6,77833 + 1,354 \text{ cal} + 0,049955 \text{ P} - 0,09 \text{ cal}^2 - 0,000071 \text{ P}^2 + 0,00035 \text{ cal P}$$

FIG. 1. Superfície de produção de cebola obtida com o emprego de calcário e fósforo em diversas combinações. Mogi das Cruzes.



$$Y = 4,867967 + 0,815 \text{ cal} + 0,074614 \text{ P} - 0,34 \text{ cal}^2 - 0,000137 \text{ P}^2 - 0,000076 \text{ cal P}$$

FIG. 2. Superfície de produção de cebola obtida com o emprego de diferentes combinações de calcário e fósforo. Guataporá.

equação, correspondendo 21,7 toneladas de produção por hectare aos níveis de 372 kg de P e 8,25 t de calcário por hectare em Mogi das Cruzes, 19,7 toneladas de produção aos níveis de 269 kg de P e 11,6 t de calcário em Guataporã.

Como pode ser observado nas Fig. 1 e 2, a calagem e adubação fosfatada determinaram aumento de produção nos dois lugares. A calagem corrigiu efetivamente a acidez do solo, mas também provocou significativo aumento de absorção fosfatada, como se pode ver no Quadro 5, em que são apresentados os teores de fósforo determinados nas folhas dos tratamentos que receberam igual adubação fosfatada, mas crescente aplicação de calcário.

QUADRO 5. Efeito da calagem e adubação fosfatada na produção de cebola e no teor de fósforo analisado nas folhas

Tratamentos	Mogi das Cruzes		Guataporã	
	Produção (t/ha)	Análise foliar (% P-total)	Produção (t/ha)	Análise foliar (% P-total)
Calcário	(Fósforo aplicado à razão de 200 kg por hectare)			
0	12,7	0,182	14,6	0,300
6	19,1	0,282	18,5	0,325
12	17,8	0,308	19,7	0,347
Fósforo (P)	(Calcário aplicado à razão de 6 ton. por hectare)			
0	11,1	0,140	8,7	0,319
200	19,1	0,282	18,5	0,325
400	20,5	0,258	16,3	0,347

Observa-se, igualmente, o aumento de absorção de fósforos pela adubação fosfatada. Entretanto não se conseguiu obter uma correlação entre teor de fósforo analisado nas folhas e a produção, pela insuficiência de número de amostras.

Amostras de solo colhidas ao término do experimento em Mogi das Cruzes mostraram que a calagem resultou numa correção efetiva da acidez do solo, mostrando-se a regressão quadrática significativa a 5%, Fig. 3. Jones e Freitas (1967) verificaram decréscimo de produção de três leguminosas tropicais quando a aplicação de cálcio passou de 1.000 para 1.500 kg por hectare ou de 250 para 500 kg no caso de uma outra, *Stylosanthes gracilis*. Estes decréscimos pareciam associados com uma diminuição dos teores de manganês analisados nas folhas. Neste experimento verificaram-se decréscimos nos teores de zinco e, principalmente, manganês quando se usaram doses crescentes de calcário. Como se pode ver na Fig. 4, o teor de manganês analisado nas folhas de cebola correlacionou negativa, porém, significativa-

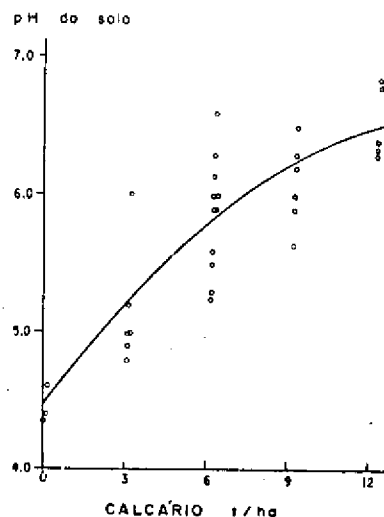


FIG. 3. Efeito da calagem no pH do solo determinado em amostras colhidas ao final do experimento em Mogi das Cruzes.

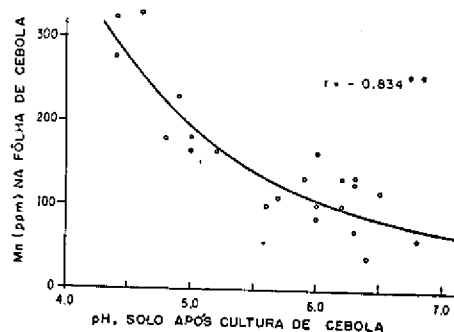


FIG. 4. Relação entre o pH do solo e o teor de manganês analisado nas folhas de cebola colhidas em Mogi das Cruzes.

mente com o pH do solo, porém não foi possível caracterizar a significância do decréscimo de produção observado nos tratamentos que receberam doses mais elevadas de calcário. Nesta Fig. 4 a equação calculada pelas formas logarítmicas dos valores de pH do solo e de manganês na folha em ppm representa bem a relação entre os dois valores: $Mn = 36320 pH^{-0.834}$ onde Mn é o valor de Mn na folha de cebola expressa em ppm e pH é o de pH do solo. Outros estudos envolvendo a aplicação de calcário e micronutrientes deverão ser executados, pois os produtores hortigranjeiros fazem uso intenso de corretivos, inclusive cal hidratada.

Observou-se ainda a redução de alumínio trocável no solo devido à calagem. As parcelas que não receberam calcário apresentavam uma média de 2,35 mE de Al; este reduziu-se a 0,95 mE nas parcelas que receberam 3 toneladas de calcário por hectare e a

0,18 mE com o uso de 6 toneladas. Nas parcelas que receberam acima de 9 toneladas de calcário por hectare a quantidade de alumínio trocável foi praticamente desprezível. O valor médio de fósforo nas parcelas que não receberam adubação fosfatada foi de 0,04 mE/100 g de terra, mas foi aumentada para 0,53 mE com a aplicação de 200 kg de P por hectare e 0,79 mE com a adição de 300 kg.

Aspectos econômicos

Estimando o valor da cebola em NCr\$ 600,00 por tonelada, o do superfosfato simples em NCr\$ 120,00 e o do calcário em NCr\$ 20,00, pode-se determinar a quantidade ótima de calcário e adubo a partir das seguintes equações:

$$\frac{dY}{dCa} = \frac{P_{Ca}}{P_X} \quad e \quad \frac{dY}{dP} = \frac{P_P}{P_X}$$

Nestas equações P_{Ca} , P_P e P_X são, respectivamente, os preços de calcário, fósforo e cebola.

Aos preços acima referidos, o melhor rendimento corresponderia ao emprego de 8 toneladas de calcário por hectare em Mogi das Cruzes e 11 em Guatapar, com a aplicação de 360 kg de fósforo por hectare em Mogi das Cruzes e 269 kg em Guatapar.

Nitrogênio, potássio, enxofre e micronutrientes

Os resultados obtidos no segundo experimento são apresentados na Fig. 5. Em Guatapar não houve

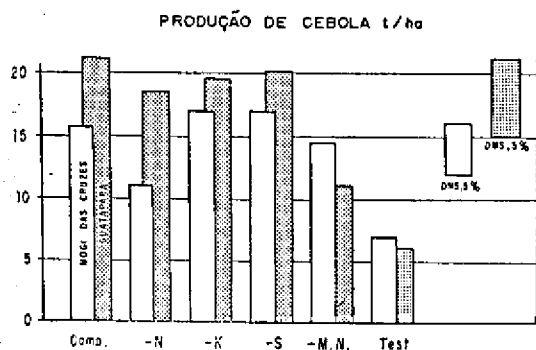


FIG. 5. Efeito da omissão sucessiva de nitrogênio, potássio, enxofre e micronutrientes na produção de cebola em dois locais.

resposta a nitrogênio neste primeiro ano, mas isto pode ser explicado pela liberação de nitratos em consequência da melhoria de pH assegurada pela calagem com 6 toneladas por hectare. Em Mogi das Cruzes, solo com menor teor de matéria orgânica, porém com melhores condições de nitrificação, obteve-se

um aumento significativo de quase 5 toneladas de cebola por hectare.

Não houve qualquer resposta a potássio, presente em nível julgados adequados nos dois locais, ou a enxofre, mas a produção caiu consideravelmente quando foram omitidos os micronutrientes zinco, boro e molibdênio em Guatapar. Os dados apresentados no Quadro 6 sugerem a presença de significativa deficiência de zinco.

QUADRO 6. Teores de micronutrientes determinados nas folhas de plantas coletadas em parcelas adubadas, que não receberam calcário

Local	ppm		
	Zn	B	Mo
Mogi das Cruzes	63,3	48	0,26
Guatapar	32,0	40	0,28

Será conveniente, por outro lado, que os estudos tenham prosseguimento, com vista à determinação da dose ótima de zinco e à melhor fonte para o seu fornecimento. Nesse ínterim, pode-se recomendar para solos semelhantes ao acima descrito o uso de 10 kg de zinco por hectare conforme foi usado neste experimento. O aumento, ainda que não significativo em Mogi das Cruzes, é suficiente para justificar a inclusão do zinco, como segurança, uma vez que em Guatapar obteve-se um aumento, altamente significativo, de 8,6 toneladas, num valor de NCr\$ 5.160,00, ou seja, mais de duzentas vezes o valor dispendido na compra de sulfato de zinco.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos a Luiz M.M. de Freitas, pelas sugestões feitas no início dos trabalhos e revisão dos manuscritos, e a Stanley Miller pela análise da superfície de resposta e sugestões que levaram a uma análise econômica dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- Baird, B.L. & Mason, D.D. 1959. Multivariable equations describing fertility — corn yield response surfaces and their agronomic and economic interpretation. *Agron. J.* 51: 152-156.
- Dias, M.S. 1963. Instruções para a cultura de cebola pelo processo de bulbinho. Univ. S. Paulo. (Mimeo.)
- Hirao, R. 1966. *Agriculture and horticulture* 41(7): 1061-1065.
- Jones, M.B. & Freitas, L.M.M. de. 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais a calcário e fósforo num latossolo vermelho-amarelo de campo cerrado do Brasil Central. *Pesq. agropec. bras.* 5:91-99.
- Knott, J.E. 1956. *Handbook for vegetable growers*. John Wiley & Sons, New York.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Gallo, J.R. & Medcalf, J.C. 1956. A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro. *Boim* 79, Inst. agron. Campinas, S. Paulo.

- Lott, W.L., McClung, A.C., Vita, R. de & Gallo, J.R. 1961. Levantamento de cafézais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. Bol. 26, IBEC Res. Inst., Matão, S. Paulo.
- Ministério da Agricultura 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Bolm 12, Serv. Nac. Pesq. Agronômicas, Min. Agricultura, Rio de Janeiro.
- Mikkelsen, D.S., Freitas, L.M.M. de & McClung, A.C. 1963. Efeito da calagem e adubação na produção de algodão, milho e soja em três solos de campo cerrado. Bol. 29, Inst. Pesq. IRI, Matão, S. Paulo.
- Oliveira, V.G. de. 1957. Cultura de cebola (*Allium cepa* L.) por meio de "bulbinhos". *Bragantia* 16:101-107.

FERTILIZER AND LIMING EXPERIMENTS WITH ONIONS GROWN FROM SETS

Abstract

The work discussed in this paper deals with the effects of liming, phosphorus fertilizer and micronutrients on the growth of onions from sets. The application of lime at the rate of 6 tons per hectare increased onion yields by 6.4 tons per hectare at Mogi das Cruzes and by 3.9 tons per hectare at Guatapará. Phosphorus fertilizer had a highly significant effect at both locations. The highest yield was obtained with a phosphorus application of 372 kg of P per hectare at Mogi das Cruzes and 269 kg of P per hectare at Guatapará. At this location, micronutrients Zn, B and Mo provided a significant effect and when added to the fertilizer resulted in a yield increase of 90%.