

# FERTILIZAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DO ALHO VERNALIZADO<sup>1</sup>

Leonardo Theodoro Büll<sup>2,3\*</sup>; Roberto Lyra Villas Bôas<sup>2</sup>; Dirceu Maximino Fernandes<sup>2</sup>; Rosemary Marques Almeida Bertani<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Depto. de Recursos Naturais /Ciência do Solo - FCA/UNESP, C.P. 237 - CEP: 18603-970 - Botucatu, SP.

<sup>3</sup>Bolsista CNPq.

\*Autor correspondente <bull@fca.unesp.br>

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi verificar a validade do parcelamento da adubação potássica, bem como a época mais adequada de aplicação, no controle do superbrotamento e no desenvolvimento e produção de bulbos na cultura do alho vernalizado (cv. Roxo Pérola de Caçador). Foram instalados dois experimentos em estufa agrícola, em vasos de cimento amianto com capacidade para 55 L de terra. O experimento 1 consistiu de sete épocas de aplicação da metade da dose de potássio necessária para a cultura, aos 50, 60, 70, 81, 91, 101 e 111 dias após a emergência (dae), sendo que o experimento 2 consistiu da aplicação de quatro doses de potássio no plantio combinadas a outras quatro em cobertura, aos 81 dae. O parcelamento da adubação potássica em diferentes estádios de desenvolvimento não influenciou a produção de bulbos e o superbrotamento na cultura do alho. A absorção de potássio, cálcio e magnésio pelas plantas foi influenciada pela adubação potássica no plantio e em cobertura, observando-se um efeito antagônico do potássio sobre a absorção de cálcio e magnésio. A elevação no nível de potássio no solo por ocasião do plantio proporcionou aumento na produção de bulbos, sendo que esta não foi influenciada por variações na dose de adubação potássica em cobertura.

Palavras-chave: alho, adubação potássica

## POTASSIC FERTILIZATION FOR THE VERNALIZED GARLIC CROP

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of splitting potassic fertilization on pseudobudding and bulb yield of vernalized garlic (*Allium sativum* L.) grown in 55 L pots under greenhouse conditions, and also to estimate the best application time. In a first experiment half of the necessary potassium rate for the crop was applied at 50, 60, 70, 81, 91, 101 and 111 days after the emergence (dae), and in a second experiment consisted of four potassium rates at sowing, combined with other four at 81 dae. The splitting of the potassic fertilization at different development stadia did not affect the bulb yield and pseudobudding. The contents of K, Ca and Mg in the leaves were influenced by the potassium applied at sowing and at 81 dae; an antagonistic effect being observed in relation to potassium and contents of Ca and Mg in the leaves. The increase of soil potassium level at the sowing stage lead to increase of bulb yield, and this was not influenced by potassium rates applied at 81 dae.

Key words: garlic, potassic fertilization

## INTRODUÇÃO

Dentre as anormalidades que ocorrem no alho, principalmente nas cultivares agrupadas como “alho nobre” de origem argentina, o pseudoperfilhamento, ou superbrotamento, é considerado uma característica indesejável comercialmente, depreciando o produto e reduzindo a produtividade.

As regiões Sul e Sudeste do país são as mais propícias para o cultivo do alho. Desde que se use a variedade adequada, o plantio do alho é viável em quase todo o país. Dentre os principais estados produtores destacam-se o Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Goiás, com produtividades variando entre 6 a 16 t ha<sup>-1</sup> de bulbos, conforme as variedades utilizadas e regiões produtoras.

Como uma forma de se diminuir ou até mesmo prevenir o aparecimento do superbrotamento, os

produtores de “alho nobre”, de forma generalizada e empírica, utilizam da prática da adubação potássica em cobertura, sendo comum o emprego de altas doses de potássio em plantações exuberantes de alho, principalmente após a diferenciação em bulbilhos. É crença entre os produtores de alho que esse nutriente evita o superbrotamento (Nakagawa, 1993). Uma das razões para tal procedimento poderia ser atribuído ao efeito antagônico ou controlador que o potássio exerce sobre a absorção de nitrogênio pelas plantas, principalmente na forma amoniacal, já que o nitrogênio é um dos fatores que contribuem de forma marcante para o aparecimento dessa anormalidade (Souza & Casali, 1986).

A importância prática do balanço nitrogênio-potássio tem sido evidenciada em algumas pesquisas com várias culturas Maynard et al. (1968), MacLean et al. (1968) para o tomateiro, Silva et al. (1998) para o pimentão e Ruschell et al. (1999) para a alface. Koch & Mengel

<sup>1</sup>Trabalho apresentado no 34º Congresso Brasileiro de Olericultura, Águas de São Pedro, 1994.

(1977) para o trigo, Martinez Junior & Pereira (1986) para a cultura da goiabeira e Büll (1994) para o milho, relatam a necessidade do fornecimento de doses equivalentes de N e K para a máxima produção.

Os efeitos da adubação potássica em cobertura na cultura do alho foram avaliados por Nakagawa et al. (1988; 1989 e 1990). Os experimentos realizados não mostraram efeito significativo, mas foi observada tendência benéfica para aplicação do potássio aos 71 dias após o plantio, no último ano de avaliação. Trani et al. (1992), estudando o efeito do nitrogênio e potássio aplicados no plantio e em cobertura na cultura do alho "Roxo Pérola de Caçador" verificaram que as melhores produtividades foram obtidas, de maneira geral, com a aplicação em cobertura de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Outro fator que poderia justificar a prática do parcelamento seria o de se procurar aumentar ao máximo a eficiência da adubação potássica contra as perdas por lixiviação, já que a cultura do alho, praticamente durante todo o ciclo, é altamente exigente em água, que tem o seu suprimento garantido por irrigações freqüentes. Alie-se ainda, que a alta concentração de cloreto, quando da aplicação total da dose de potássio no plantio, pode causar sérios danos ao crescimento do alho, visto ser esta planta bastante sensível ao cloro (Magalhães, 1986).

Pretendeu-se com este projeto de pesquisa verificar a validade do parcelamento da adubação potássica na produção de bulbos, na absorção de nutrientes e no controle do superbrotamento na cultura do alho vernalizado, bem como definir a época mais adequada para tal procedimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo consistiu da realização de dois experimentos em estufa agrícola do Departamento de<sup>2</sup> Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – campus de Botucatu. Para o experimento 1, o plantio deu-se aos 17 de maio de 1991, enquanto para o experimento 2, no dia 12 de maio de 1992.

Utilizou-se vasos de cimento amianto com capacidade de 55 litros, de tal forma a simular o máximo possível as condições normais dos canteiros de cultivo, utilizando-se amostra superficial (até 25cm) de um solo pertencente ao Grande Grupo Latossolo Vermelho Escuro - textura média.

Os resultados de análise química (Rajj & Quaggio, 1983) inicial do solo utilizado, respectivamente para os experimentos 1 e 2 são: pH(CaCl<sub>2</sub>) 4,3 e 4,3; 1,8 e 2,1g de M.O. dm<sup>-3</sup>; 2 e 4mg de P dm<sup>-3</sup>; cátions trocáveis e CTC, em mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K: 0,5 e 0,3; Ca: 1,2 e 1,2; Mg: 0,6 e 0,5; CTC: 53,5 e 57,7; 4% e 4% de saturação por bases.

Com o experimento 1 procurou-se definir uma época adequada de parcelamento da adubação potássica. A dose aplicada no plantio foi a metade daquela que se

<sup>2</sup>Recursos Naturais

mostrou melhor em experimento realizado por Büll et al., 1998 (3,4 mmol<sub>c</sub> K.dm<sup>-3</sup>), sendo o restante aplicado em cobertura em épocas diferentes, que constituíram os tratamentos. As quantidades de potássio aplicadas foram de 4,5 g de KCl por vaso por ocasião do plantio e de 6,3 g de KCl por vaso em cobertura. As épocas foram 50, 60, 70, 81, 91, 101 e 111 dias após a emergência (dae). Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições.

Com base nos resultados do experimento 1, foi instalado o experimento 2 com a finalidade de definir as doses a serem aplicadas. Os tratamentos constituíram um fatorial com 4 doses de K no plantio e 4 doses de K em cobertura, aplicadas aos 82 dae das plantas, os quais foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições. As doses de potássio no plantio foram aplicadas para atingir P<sub>1</sub> = original, P<sub>2</sub> = 2,0, P<sub>3</sub> = 4,0 e P<sub>4</sub> = 6,0 mmol<sub>c</sub> K dm<sup>-3</sup>, aplicando-se zero, 6,3, 13,7 e 21,1g de KCl/vaso, respectivamente, enquanto em cobertura foram: C<sub>1</sub> = zero, C<sub>2</sub> = 1,0, C<sub>3</sub> = 2,0 e C<sub>4</sub> = 4,0 mmol<sub>c</sub> K.dm<sup>-3</sup>, aplicando-se respectivamente, zero, 3,8, 7,6 e 15,2g de KCl/vaso.

Para ambos os experimentos, inicialmente aplicou-se aos solos calcário dolomítico (PRNT = 95%), em quantidade suficiente para atingir 75% da CTC saturada com Ca+Mg, com base na análise de solo, e seguindo o critério da saturação por bases. O solo utilizado em ambos os experimentos foi previamente passado em peneira de malha de 4 mm.

Após a calagem os solos foram umedecidos a 70% da capacidade de campo e mantidos em incubação por 30 dias, sendo os vasos cobertos com material impermeável para evitar perdas de água por evaporação. Findo o período de incubação retirou-se amostra de solo de cada vaso e procedeu-se à adubação de plantio, idêntica para todos os tratamentos.

A adubação de plantio para ambos os experimentos consistiu da aplicação de 200 mg dm<sup>-3</sup> de P na forma de monoamôniofosfato (6,3g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/vaso) e de superfosfato triplo (16,6g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/vaso). A adubação nitrogenada em cobertura foi feita na forma de solução aquosa de sulfato de amônio, em quantidade equivalente à dose de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, dividida em quatro aplicações, aos 30, 50, 70 e 90 dae. Quinzenalmente foi aplicada, para todos os tratamentos, solução nutritiva completa de micronutrientes.

Imediatamente após as adubações procedeu-se ao plantio de alho (*Allium sativum* L.) do cultivar Roxo Pérola de Caçador, semeando-se, em cada vaso, 10 bulbos vernalizados a 4°C por 45 dias, de peso entre 2 e 3 gramas; a disposição nos vasos obedeceu a um espaçamento eqüidistante de 9 cm entre plantas na linha e 15 cm entre as 2 linhas.

No experimento 2 foram feitas duas amostragens de plantas para fins de diagnose foliar, coletando-se uma planta aos 62 dae, portanto antes da aplicação de potássio em cobertura, e uma segunda planta aos 93 dae, ou seja, 11 dias após a adubação potássica de

cobertura. A análise foliar foi feita com toda parte aérea, sendo as folhas lavadas com solução de detergente Exctran 0,1% seguida de lavagem com água deionizada, secas em estufa de circulação forçada a 60°C até peso constante (72 horas) e moída em moinho tipo Wiley. As determinações dos teores de nutrientes do material vegetal foram feitas de acordo com Bataglia et al. (1983).

Para o experimento 1, a colheita deu-se aos 11 de outubro de 1991, enquanto para o experimento 2, em 30 de setembro de 1992. Após o período de cura realizado à sombra em temperatura ambiente por 30 dias, procedeu-se à limpeza e pesagem dos bulbos. As análises estatísticas foram executadas por meio de programa de computador ESTAT, conforme método descrito por Banzatto & Kronka (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1

O parcelamento da adubação potássica nas diferentes épocas não interferiu na produção de bulbos (TABELA 1). De acordo com Silva et al. (1970) e Oliveira et al. (1971) a absorção de potássio pelas plantas de alho é pequena até aos 45 dae, a partir daí a extração se torna intensa, acompanhando a curva de crescimento da planta, até aos 120 dias, quando inicia um declínio na quantidade extraída. O período de aplicação dos tratamentos no presente experimento se estendeu dos 50 aos 111 dias após a emergência, praticamente coincidindo com o período de máxima exigência em potássio pela cultura e, mesmo assim, não houve resposta à adubação parcelada do nutriente em nenhuma das épocas de aplicação.

Os dados de peso médio de bulbo obtidos no presente experimento, compreendendo valores dentro do intervalo de 22,2 a 25,2 gramas por bulbo, indicam que a cultura apresentou um desenvolvimento comparável ao de culturas comerciais de rendimento normal, entre 8 e 9 t ha<sup>-1</sup>, o que sugere que do ponto de vista nutricional as plantas se encontravam em condições adequadas, inclusive no que diz respeito à exigência em potássio. Isso conduz à hipótese de que o nível de potássio existente

no solo, mesmo considerando que a dose aplicada tenha sido a metade daquela considerada adequada para a cultura (Büll et al., 1998), era suficiente para um desenvolvimento normal das plantas e produção de bulbos em níveis satisfatórios.

A razão bulbar, parâmetro que pode ser utilizado para definir o estágio de maturação das plantas de alho, considerando-se mais maduras as plantas com menor valor desse índice, também não mostrou diferença entre as médias, sugerindo que a maturação das plantas de alho não sofreu influência da aplicação de potássio em diferentes épocas.

O índice de formato (TABELA 1) também não apresentou diferenças entre as médias; o valor médio para o experimento, igual a 0,82, indica que os bulbos se apresentavam com formato adequado, com o diâmetro transversal pouco superior ao diâmetro longitudinal, caracterizando bulbos mais achatados, de bom aspecto comercial.

Embora ocorram variações expressivas entre as médias de porcentagem de plantas superbrotadas (TABELA 1), o teste F demonstrou não haver diferenças significativas entre as médias; saliente-se o elevado coeficiente de variação obtido entre os dados, comum para este parâmetro. Mesmo assim, houve tendência de redução na incidência dessa anormalidade, quando da aplicação de fertilizante potássico na época 4, ou seja, 81 dae, que no presente experimento coincidiu com o máximo índice de diferenciação da cultura; estes resultados são semelhantes aos obtidos por Nakagawa et al. (1990).

A avaliação do superbrotamento nem sempre reflete com segurança os aspectos negativos dessa anomalia na cultura, dessa forma, optou-se por avaliar os reflexos do superbrotamento na qualidade dos bulbos produzidos em termos de bulbilhos brotados (TABELA 1). Novamente os tratamentos aplicados não influenciaram nesse parâmetro, entretanto, da mesma maneira que para plantas super-brotadas, observa-se nítida tendência de redução na porcentagem de bulbilhos brotados, quando da aplicação de potássio em cobertura na época de diferenciação da cultura.

TABELA 1 - Superbrotamento, produção, índice de formato (diâmetro longitudinal/diâmetro transversal) e razão bulbar (diâmetro do caule/diâmetro do bulbo) de bulbos e bulbilhos brotados de dez plantas de alho submetidas a adubação potássica em cobertura em sete épocas após a emergência (dae). Experimento 1.

| Época de aplicação | Super-brotamento | Produção de bulbos | Índice de formato | Razão bulbar | Bulbilhos brotados |
|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------|--------------------|
| dae                | %                | g/vaso             |                   |              | %                  |
| 50                 | 65               | 252                | 0,82              | 0,29         | 39                 |
| 60                 | 48               | 225                | 0,81              | 0,25         | 30                 |
| 70                 | 52               | 223                | 0,83              | 0,29         | 36                 |
| 81                 | 32               | 236                | 0,82              | 0,27         | 28                 |
| 91                 | 48               | 243                | 0,84              | 0,28         | 36                 |
| 101                | 50               | 222                | 0,83              | 0,27         | 37                 |
| 111                | 65               | 231                | 0,80              | 0,26         | 41                 |
| CV (%)             | 46               | 14                 | 3                 | 9            | 25                 |

## Experimento 2

Os níveis de potássio alcançados (TABELA 2) se situam próximos daqueles desejados. Os valores de pH, fósforo, cálcio e magnésio obtidos a podem ser considerados adequados para a cultura do alho.

Para os dados de concentração de nutrientes antes da adubação em cobertura a análise estatística revelou diferenças significativas entre as doses de potássio aplicadas no plantio, para os quatro nutrientes determinados (TABELA 3).

Os teores de nitrogênio no tecido antes da adubação potássica em cobertura diferiram estatisticamente entre as doses de potássio no plantio. Embora não muito bem definida, nota-se tendência de redução na absorção de nitrogênio com a elevação da dose de potássio aplicada no plantio; esta mesma tendência foi observada após a adubação em cobertura (TABELA 4). As médias globais entre os teores de nitrogênio antes (36g de N kg<sup>-1</sup>) e após a adubação em cobertura (38g de N kg<sup>-1</sup>) não apresentaram variações pronunciadas. Hassan & Hamlan (1994) e Silva et al. (1998) verificaram que o potássio não influenciou a absorção de nitrogênio por plantas de pimentão.

A concentração de potássio apresentou as maiores variações entre os tratamentos em função de ser o nutriente que sofreu variações nas doses aplicadas; observa-se elevação na concentração de potássio no tecido praticamente proporcional à dose do nutriente aplicado, exceção feita para a dose P<sub>4</sub> que apresentou valor idêntico a P<sub>3</sub>. Este comportamento de estabilização na absorção com a elevação da dose aplicada no tratamento P<sub>4</sub> contraria a tendência normal da absorção de luxo de potássio pelas plantas de alho (Büll et al., 1998). Com relação às médias de doses no plantio para a variação após a adubação potássica em cobertura, as mesmas observações são válidas, ou seja, a adubação em cobertura efetivamente só proporcionou alteração na absorção de potássio dentro do menor nível do nutriente no solo (P<sub>1</sub>). Comparando-se as médias de concentração de potássio no tecido antes e após (TABELAS 3 e 4) a adubação em cobertura, para as diferentes doses no plantio, à exceção da dose P<sub>1</sub>, não se observam grandes alterações nos teores, indicando certa ineficiência na absorção de potássio quando de aplicações tardias do nutriente. A média geral dos teores antes da adubação em cobertura foi

de 29g de K kg<sup>-1</sup>, se elevando para 32g de K kg<sup>-1</sup> após cobertura potássica; Büll et al. (1998) trabalhando com variação nos níveis de potássio no solo obtiveram valores de concentração de potássio na matéria seca da parte aérea das plantas até 50g de K kg<sup>-1</sup>.

A variação na concentração de cálcio e magnésio no tecido, tanto antes como após (TABELAS 3 e 4) a adubação potássica em cobertura, apresentou tendência de redução com a elevação da dose de potássio no plantio, o que evidencia o efeito antagônico do potássio sobre a absorção dos cátions divalentes conforme relatado por Rosolem et al. (1987), Alves et al. (1988), Büll et al. (1993), Scivittaro et al. (1992 a, b) e Büll et al. (1998). Embora se observem diferenças significativas nos teores de cálcio e magnésio entre as médias de doses de potássio em cobertura, estas, do ponto de vista prático, não traduzem variações importantes por se encontrarem dentro da faixa de teor considerada adequada para a cultura (Büll et al. 1998; Nakagawa, 1993). No aspecto global, a absorção desses dois cátions se elevou com a adubação potássica em cobertura, com as médias gerais de teores subindo de 4,7 para 6,0 g de Ca kg<sup>-1</sup> e de 5,2 para 6,5g de Mg kg<sup>-1</sup>.

O desenvolvimento das plantas foi avaliado através da tomada do comprimento da maior folha aos 58 e 98 dae (TABELA 5). As doses de potássio no plantio influenciaram a altura de plantas somente na avaliação aos 58 dae, sendo que a altura das plantas aumentou

TABELA 3 - Concentração de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea de plantas de alho submetidas a variações em doses de potássio no plantio, em amostras coletadas aos 62 dias após a emergência. Experimento 2.

| K no plantio                   | N                 | K    | Ca    | Mg     |
|--------------------------------|-------------------|------|-------|--------|
| ----- g kg <sup>-1</sup> ----- |                   |      |       |        |
| P <sub>1</sub>                 | 38 a <sup>1</sup> | 17 c | 6,2 a | 6,8 a  |
| P <sub>2</sub>                 | 36 ab             | 30 b | 4,3 b | 5,0 b  |
| P <sub>3</sub>                 | 37 a              | 34 a | 4,5 b | 4,8 bc |
| P <sub>4</sub>                 | 33 b              | 34 a | 3,9 b | 4,1 c  |
| CV (%)                         | 8                 | 7    | 8     | 14     |

<sup>1</sup>Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente.

TABELA 2 - Resultados médios de análise química do solo, após a aplicação das doses de potássio no plantio. Experimento 2.

| K no plantio   | pH CaCl <sub>2</sub> | M.O.               | P                   | K  | Ca | Mg | CTC | V  |
|----------------|----------------------|--------------------|---------------------|--|----|----|-----|----|
|                |                      | g dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | ----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |    |    |     | %  |
| P <sub>1</sub> | 5,2                  | 23                 | 94                  | 1,6  | 23 | 16 | 69  | 58 |
| P <sub>2</sub> | 5,3                  | 21                 | 108                 | 2,7  | 25 | 17 | 74  | 60 |
| P <sub>3</sub> | 5,2                  | 19                 | 94                  | 3,8  | 24 | 15 | 74  | 58 |
| P <sub>4</sub> | 5,3                  | 21                 | 101                 | 5,6  | 24 | 16 | 75  | 61 |

TABELA 4 - Concentração de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea de plantas de alho submetidas a variações em doses de potássio no plantio e em cobertura, em amostras coletadas aos 93 dias após a emergência. Experimento 2.

| K no plantio (P)               | K em cobertura (C) | N                 | K     | Ca    | Mg     |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------|-------|--------|
| ----- g kg <sup>-1</sup> ----- |                    |                   |       |       |        |
|                                | C1                 | 39 a <sup>1</sup> | 17 Bc | 7,6   | 8,6    |
| P <sub>1</sub>                 | C2                 | 41 a              | 24 Ac | 7,1   | 8,7    |
|                                | C3                 | 40                | 26 Ab | 6,9   | 8,0    |
|                                | C4                 | 40 a              | 28 Ab | 6,3   | 7,5    |
| Média P <sub>1</sub>           |                    | 40 a              | 24 c  | 7,0 a | 8,2 a  |
|                                | C1                 | 39 a              | 30 b  | 6,6   | 6,9    |
| P <sub>2</sub>                 | C2                 | 38 ab             | 31 b  | 5,7   | 6,3    |
|                                | C3                 | 36                | 34 a  | 6,3   | 6,7    |
|                                | C4                 | 37 ab             | 34 a  | 5,2   | 5,8    |
| Média P <sub>2</sub>           |                    | 38 b              | 32 b  | 6,0 b | 6,4 b  |
|                                | C1                 | 34 Bb             | 35 a  | 6,0   | 6,2    |
| P <sub>3</sub>                 | C2                 | 35 Bb             | 37 a  | 5,3   | 5,7    |
|                                | C3                 | 38 AB             | 36 a  | 5,6   | 6,2    |
|                                | C4                 | 40 Aa             | 35 a  | 4,9   | 5,1    |
| Média P <sub>3</sub>           |                    | 37 b              | 36 a  | 5,5 b | 5,8 bc |
|                                | C1                 | 38 ab             | 35 a  | 5,8   | 5,9    |
| P <sub>4</sub>                 | C2                 | 40 ab             | 36 a  | 5,7   | 5,5    |
|                                | C3                 | 37                | 34 a  | 5,3   | 4,9    |
|                                | C4                 | 34 b              | 38 a  | 5,2   | 5,6    |
| Média P <sub>4</sub>           |                    | 37 b              | 36 a  | 5,5 b | 5,5 c  |
| Médias de                      | C1                 | 37                | 29 B  | 6,5 A | 6,9 A  |
| K                              | C2                 | 38                | 32 AB | 6,0 A | 6,6 AB |
| em                             | C3                 | 38                | 32 A  | 6,0 A | 6,4 AB |
| cobertura                      | C4                 | 38                | 34 A  | 5,4 B | 6,0 B  |
| CV %                           |                    | 6                 | 7     | 7     | 10     |

<sup>1</sup>Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas comparam K em cobertura dentro de cada dose de K no plantio e médias de K em cobertura. Letras minúsculas comparam K no plantio dentro de cada dose de K em cobertura e médias de K no plantio.

proporcionalmente às doses aplicadas no plantio. O desenvolvimento das plantas após esse período (98 dae) não foi influenciado pelo teor de potássio no solo, concordando com dados obtidos em experimento anterior (Büll et al., 1998), o que pode estar relacionado à complementação do potássio necessário à cultura via adubação em cobertura.

A produção de bulbos somente foi influenciada pela dose de potássio aplicada no plantio (TABELA 5), sendo que efetivamente houve diferença significativa entre o nível original (P<sub>1</sub>) de potássio no solo e as três doses aplicadas, que apresentaram produções semelhantes.

A aplicação de potássio em cobertura não proporcionou alteração na produção, embora se observassem variações na absorção de potássio (TABELA 4) pelas plantas cultivadas com a menor dose no plantio (P<sub>1</sub>). Estes dados sugerem que a

prática da adubação parcelada de potássio não traduziu em benefício para a cultura; dados semelhantes foram obtidos por Nakagawa et al. (1990). Observa-se, entretanto, correlação positiva entre concentrações de potássio na matéria seca da parte aérea das plantas com a produção de bulbos, tanto para a avaliação antes ( $r = 0,97$ ) como após ( $r = 0,97$ ) a adubação potássica em cobertura. Confrontando-se o nível de potássio no solo por ocasião do plantio (TABELA 2) com a produção de bulbos (TABELA 5), verifica-se aumento ( $r = 0,98$ ) na produção equivalente à elevação no teor de potássio no solo, demonstrando resposta positiva da cultura à aplicação do nutriente.

A média geral obtida neste experimento para o peso médio de bulbos, de 10,8g, está abaixo das médias normalmente obtidas em condições de campo em experimentos conduzidos nesta região e com o mesmo

TABELA 5 - Comprimento da maior folha aos 58 e 98 dias após a emergência (dae), produção e índice de formato (diâmetro longitudinal/diâmetro transversal) de bulbos de seis plantas de alho submetidas a variações em doses de potássio no plantio e em cobertura. Experimento 2.

| K no plantio (P) ou em cobertura (C) | Comprimento       |        | Produção de bulbos | Índice de Formato |
|--------------------------------------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|
|                                      | 58 dae            | 98 dae |                    |                   |
|                                      | ----- cm          | -----  | g/vaso             |                   |
| Médias de K no plantio               |                   |        |                    |                   |
| P <sub>1</sub>                       | 44 b <sup>1</sup> | 48     | 57 b               | 0,88              |
| P <sub>2</sub>                       | 46 ab             | 50     | 65 ab              | 0,86              |
| P <sub>3</sub>                       | 46 ab             | 48     | 67 ab              | 0,87              |
| P <sub>4</sub>                       | 48 a              | 51     | 70 a               | 0,85              |
| Médias de K em cobertura             |                   |        |                    |                   |
| C <sub>1</sub>                       | 47                | 50     | 65                 | 0,86              |
| C <sub>2</sub>                       | 45                | 48     | 63                 | 0,86              |
| C <sub>3</sub>                       | 47                | 51     | 69                 | 0,86              |
| C <sub>4</sub>                       | 45                | 48     | 63                 | 0,87              |
| CV %                                 | 7                 | 7      | 15                 | 4                 |

<sup>1</sup>Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%. Letras na mesma coluna comparam médias de K no plantio.

cultivar. Santos (1988) trabalhando com densidade de plantio obteve média geral igual a 18,5g, enquanto os dados de Izioka (1990) estudando níveis de torta de mamona, apresentaram média geral de 25,9g por bulbo.

Este experimento apresentou reduzido desenvolvimento, sendo que não foi possível avaliar a influência das doses de potássio na incidência de superbrotamento, como um dos objetivos do trabalho, o que poderia ser atribuído às bruscas variações de temperatura no decorrer do experimento, prejudicando o desenvolvimento da cultura, que por ser utilizada uma variedade que exige a vernalização para ser cultivada nessa região, as condições climáticas influenciam sobremaneira o seu metabolismo.

O índice de formato (TABELA 5) não diferiu entre os tratamentos, tanto para doses de potássio no plantio como em cobertura. O valor relativamente elevado deste parâmetro indica produção de bulbos com formato afilado, enquanto o desejável seria a forma mais achatada, com melhor aspecto comercial.

## CONCLUSÕES

- O parcelamento da adubação potássica em diferentes estádios de desenvolvimento não influenciou a produção de bulbos e o superbrotamento na cultura do alho, embora se observasse tendência de redução na incidência do superbrotamento quando da aplicação de potássio em cobertura no estádio de diferenciação em bulbilhos.

- A absorção de potássio, cálcio e magnésio pelas plantas foi influenciada pela adubação potássica no plantio e em cobertura, observando-se efeito antagônico do potássio sobre a absorção de cálcio e magnésio.

- A elevação no nível de potássio no solo por ocasião do plantio proporcionou aumentos significativos na produção de bulbos sendo que esta não foi influenciada por variações na dose da adubação potássica em cobertura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.C.; BRAUNER, I.L.; CORDEIRO, D.S. Exigências nutricionais em potássio, cálcio e magnésio do sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, p.529-536, 1988.
- 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.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 48p. 1983. (Boletim Técnico, 78).
- BÜLL, L.T. Interações de nitrogênio e potássio no milho. **Informações Agrônomicas**, v.68, p 3-6, 1994.
- BÜLL, L.T.; BOARETTO, A.E.; MELLO, F.A.F.; SOARES, E. Influência da relação K/(Ca+Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramínea e leguminosa forrageiras: II. Absorção de potássio em função da relação K/(Ca+Mg) no complexo de troca do solo. **Científica**, v.21, p 67-75, 1993.
- 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 Agricola**, v.55, p 456-464, 1998.
- HASSAN, S.A.; HAMLAN, Z.A. Influence of potassium fertilizer and mulching and yield of chilli (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulture**, v 369, p.311-318, 1994.
- IZIOKA, H. Estudo de cinco níveis de torta de mamona, ausência e presença de nitrogênio em cobertura, na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. Botucatu, 1990. 94p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- KOCH, K.; MENGEL, K. Effect of K on N utilization by spring wheat during grain protein formation. **Agronomy Journal**, v.69, p.477-487, 1977.
- MacLEAN, K.S.; McLAUGHLIN, H.A.L.; BROWN, M.H. The application of tissue analysis to the production of comercial greenhouse tomatoes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.92, p.531-536, 1968.
- MAGALHÃES, J.R. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, v.12, p.20-30, 1986.
- MARTINEZ Jr., M.; PEREIRA, F.M. Respostas da goiabeira a diferentes quantidades de N, P e K. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., Brasília, 1985. **Anais**. Brasília: SBF, 1986. p.293-296.
- MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V.; LACHMAN, W.H. Influence of potassium on the utilization of ammonium by tomato plants. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.92, p.537-552, 1968.
- NAKAGAWA, J. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA, M.E.; CASTELANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Associação para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.341-380.

- NAKAGAWA, J.; IZIOKA, H.; UENO, M.N.; PIERI, J.C. Efeitos das aplicações de doses de calcário, de fosfogesso e do KCl no superbrotamento do alho. **Horticultura Brasileira**, v.6, p.68, 1988.
- NAKAGAWA, J.; IZIOKA, H.; UENO, M.N.; PIERI, J.C. Efeitos das aplicações de doses de calcário, de fosfogesso e do KCl no superbrotamento do alho, II. **Horticultura Brasileira**, v.7, p.67, 1989.
- NAKAGAWA, J.; KATO, A.H.; IZIOKA, H.; PIERI, J.C. Efeitos de doses e de épocas de aplicação de potássio no superbrotamento do alho. **Horticultura Brasileira**, v.8, p.55, 1990.
- OLIVEIRA, G.D.; FERNANDES, P.D.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças: XIII. Extração de macronutrientes pelas hortaliças. **O Solo**, v.63, p.7-12, 1971.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; MAIA, I.G.; NAKAGAWA, J. Resposta da soja ao Mg do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1987. p.92.
- RUSCHEL, J.; CARMELLO, Q.A.C.; ANTI, G.R. Concentração de nitrato em duas cultivares de alface cultivadas em hidroponia, em função de doses de nitrogênio e de potássio. (Compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. **Resumos**. Brasília: SBCS, 1999.
- SANTOS, I.S. Disposição de fileiras, arranjos e densidades de plantio em alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. Botucatu, 1988. 84p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- SCIVITTARO, W.B.; BÜLL, L.T.; NAKAGAWA, J.; BOARETTO, A.E. Influência da saturação em bases e de relações Ca:Mg do solo sobre a absorção de nutrientes e produção de raízes na cultura da cenoura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. **Anais**. Piracicaba: SBCS, 1992a. p.212-213.
- SCIVITTARO, W.B.; BÜLL, L.T.; NAKAGAWA, J.; BOARETTO, A.E. Efeitos de variações nas relações Ca:Mg do solo sobre absorção de nutrientes e produção de raízes na cultura de cenoura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. **Anais**. Piracicaba: SBCS, 1992b. p.214-215.
- SILVA, M.A.G.; BOARETTO, A.E.; MELO, A.M.T.; FERNANDES, H.G.; SCIVITTARO, W.B. Efeito do nitrogênio e potássio no crescimento e produção de pimentão cultivado em ambiente protegido. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., Caxambu, 1998. **Anais**. Lavras: SBCS, 1998. p.723.
- SILVA, N.; OLIVEIRA, G.D.; VASCONCELOS, E.F.C.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças: XI. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. **O Solo**, v.62, p.7-17, 1970.
- SOUZA, R.J.; CASALI, V.W.D. Pseudoperfilamento anormalidade genética: fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, v.12, p.36-41, 1986.
- TRANI, P.E.; LISBÃO, R.S.; FORNASIER, J.B. Efeito do nitrogênio, potássio e da cobertura morta na produtividade de alho "Roxo Pérola de Caçador", em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. **Anais**. Piracicaba: SBCS, 1992. p.264-265.

Recebido em 22.11.99