

FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

PRODUÇÃO DE BULBOS E INCIDÊNCIA DE PSEUDOPERFILHAMENTO NA CULTURA DO ALHO VERNALIZADO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES POTÁSSICAS E NITROGENADAS⁽¹⁾

LEONARDO THEODORO BÜLL^(2,3); ROSEMARY MARQUES DE ALMEIDA BERTANI⁽²⁾;
ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS⁽²⁾; DIRCEU MAXIMINO FERNANDES⁽²⁾

RESUMO

Com o objetivo de estudar a influência da interação N x K na cultura do alho (*Allium sativum* L.) vernalizado, instalaram-se dois experimentos em casa de vegetação telada, em vasos retangulares de cimento-amianto contendo 50 kg de terra da camada arável em Latossolo Vermelho-Escuro Álico, textura média. Ambos os experimentos constituíram fatorial 4 x 4. Em 1993, estudaram-se quatro níveis de potássio no plantio (original, 4%, 8% e 16% da CTC) e quatro níveis de nitrogênio em cobertura (40, 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹) aplicados em duas parcelas, metade aos 30 dias e metade aos 50 dias após a emergência (DAE). O experimento de 1994 compreendeu quatro níveis de potássio e os mesmos quatro níveis de nitrogênio, ambos aplicados parcelados em cobertura, mantendo-se constante o nível de potássio aplicado no plantio. Aos 70 DAE coletaram-se duas plantas de cada vaso para diagnose foliar. Os resultados indicaram redução na concentração foliar de nitrogênio pela adubação potássica, tanto no plantio quanto na cobertura, havendo, entretanto, aumento nos teores de potássio com a concentração de nitrogênio no tecido; aumento na concentração de clorofila com os níveis de potássio no tecido foliar, em virtude de variações nas doses de fertilizante potássico aplicado no plantio e com as doses de nitrogênio em cobertura; favorecimento das elevações nas doses da adubação nitrogenada em cobertura na incidência de pseudoperfilhamento na cultura, que não foi influenciada pela adubação potássica no plantio ou em cobertura; aumento na produção de bulbos com adubação nitrogenada em cobertura.

Palavras-chave: *Allium sativum* L., alho vernalizado, pseudoperfilhamento, adubação potássica, adubação nitrogenada.

ABSTRACT

BULB YIELD AND PSEUDOGROWING INCIDENCE OF VERNALIZED GARLIC AS INFLUENCED BY POTASSIC AND NITROGEN FERTILIZATION

Two experiments were carried out under greenhouse conditions, with the objective of studying the influence of N x K interaction on vernalized garlic (*Allium sativum* L.) grown in 50 kg pots. Both experiments were in factorial 4 x 4: (a) one in 1993 with four potassium levels in the sowing (original, 4%, 8% and 16% of CEC) and four levels of nitrogen in covering (40, 80, 160 and 320 kg.ha⁻¹) applied half at 30 and the remaining at 50 days after seed emergency (DAE); (b) the other in 1994, with four potassium levels and four nitrogen levels, both splitted and applied in covering. At 70 DAE two plants per pot were collected for nutritional diagnosis. The results indicated that the leaf concentration of nitrogen was slightly reduced by K fertilization applied in the sowing or in covering. However, there were increases in the potassium concentration with the nitrogen concentration in the leaves; the chlorophyll concentration increased with the potassium levels in the leaves, because of variations in K fertilizer rates applied in the sowing, and with the nitrogen rates in covering; increases in N fertilizer rates in covering enhanced the pseudogrowing incidence in the culture, that was not affected by K fertilization in the sowing or in covering; the bulb yield was slightly increased by nitrogen fertilization in covering.

Key words: *Allium sativum* L.; vernalized garlic; pseudogrowing; potassic fertilization; nitrogen fertilization.

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XIII Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, em Águas de Lindóia (SP), 1996. Recebido para publicação em 12 de junho de 2000 e aceito em 14 de agosto de 2002.

⁽²⁾ Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA/UNESP), Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu (SP). E-mail: bull@fca.unesp.br

⁽³⁾ Com bolsa de produtividade científica do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

O pseudoperfilhamento, também denominado superbrotaamento, constitui, sem dúvida, um dos maiores problemas na cultura do alho, principalmente nas cultivares que produzem o chamado "alho nobre". De acordo com SOUZA e CASALI (1986) e resultados relatados nas revisões de literatura realizadas por NAKAGAWA (1993) e SILVA (1991), a elevada absorção de nitrogênio é um dos fatores que contribuem de forma marcante para a ocorrência do pseudoperfilhamento. Por outro lado, as maiores produções de alho são obtidas com plantas mais vigorosas e bem supridas em nitrogênio. Da análise desse paradoxo pode-se inferir que a dose de nitrogênio utilizada deve ser tão elevada quanto possível para se obter o máximo de produtividade, sem, contudo, favorecer o aparecimento do pseudoperfilhamento.

Uma das formas de reduzir o pseudoperfilhamento em plantas cultivadas em solos bem supridos em nitrogênio é o controle do excesso na absorção desse nutriente, por meio de adubação potássica (NAKAGAWA, 1993). Entretanto, KONKEL et al. (1991) e BÜLL et al. (1994) não observaram efeitos de aplicações de potássio, por ocasião do plantio, na incidência do pseudoperfilhamento na cultura do alho, o mesmo ocorrendo na época da adubação potássica em cobertura. Saliente-se que esses trabalhos foram realizados com tratamentos desvinculados de variações em doses de nitrogênio.

Com relação à adubação nitrogenada, os resultados são mais discrepantes. SENO et al. (1990) e SILVA (1991) não observaram qualquer efeito de aplicação de nitrogênio em cobertura sobre o pseudoperfilhamento no alho, na cultivar Roxo Pérola de Caçador; aumentos consideráveis na incidência dessa anomalia, em virtude da elevação nas doses da adubação nitrogenada em cobertura, foram observados por ALVARENGA e SANTOS (1982), MORAES e LEAL (1986), IZIOKA (1990) e RESENDE e SOUZA (2001).

Pretendeu-se com este trabalho estudar a influência de relações N x K na incidência do pseudoperfilhamento e na produção de bulbos na cultura do alho vernalizado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo consistiu na instalação de dois experimentos em casa de vegetação telada do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP, um em 1993 e outro em 1994. Utilizaram-se vasos de

cimento-amianto, com superfície de 48 x 30 cm, contendo 50 kg de terra da camada superficial (até 25cm) de Latossolo Vermelho-Escuro - textura média; simularam-se, o máximo possível, as condições normais dos canteiros de cultivo. As análises químicas iniciais (RAIJ e QUAGGIO, 1983) das amostras de terra utilizadas nos experimentos de 1993 e 1994, respectivamente, são: pH (CaCl₂): 4,1 e 4,0; MO: 26 e 23 g.dm⁻³; P: 2 e 1mg.dm⁻³; cátions trocáveis e CTC em mmol_c.dm⁻³, a saber: K: 0,7 e 0,5; Ca: 2,0 e 3,0; Mg: 3,0 e 1,8; CTC: 63 e 58, e saturação por bases (V): 8% e 9%.

Os tratamentos do experimento de 1993 constituíram um fatorial com quatro níveis de potássio no plantio e quatro níveis de nitrogênio, aplicado em cobertura, os quais foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

O cálculo de níveis de potássio esperados foram: original (1%); 4%; 8% e 16% da capacidade de troca de cátions (CTC) saturada com potássio, níveis que, de acordo com dados obtidos por BÜLL et al. (1998), podem ser considerados insuficiente, adequado, adequado e excessivo respectivamente. Utilizou-se o cloreto de potássio comercial (60% de K₂O), nas quantidades de zero; 7,1; 16,9 e 37,0 gramas adicionadas aos vasos contendo 50 kg de terra, o que equivale a 0, 196, 467 e 1.025 kg.ha⁻¹ respectivamente; essas quantidades foram aplicadas na forma sólida, juntamente com a adubação de plantio. Os níveis de nitrogênio calculados equivaleram a 40, 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹ de N, aplicados em duas parcelas: metade aos 30 dias e metade aos 50 dias após a emergência (DAE), utilizando-se uréia nas quantidades totais por tratamento de: 1,9; 3,8; 7,6 e 15,3 gramas por vaso respectivamente. A aplicação foi feita na forma de solução aquosa.

Os tratamentos do experimento de 1994 constituíram fatorial compreendendo quatro níveis de potássio e quatro de nitrogênio, ambos aplicados, parceladamente, em cobertura. As doses de nitrogênio foram as mesmas do ensaio de 1993. As doses de potássio em cobertura equivaleram àquelas aplicadas no plantio do experimento de 1993. Além da cobertura, aplicou-se o potássio também no plantio em dose correspondente à metade do nível considerado mais adequado (8%) por BÜLL et al. (1998), ou seja, 8,45g de cloreto de potássio comercial em cada vaso contendo 50 kg de terra. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

Para ambos os experimentos, aplicaram-se 250 mg.kg⁻¹ de fósforo em toda a massa de solo antes de sua adição aos vasos. O fósforo foi aplicado na forma de termofosfato, com 18% de P₂O₅ (160 g por vaso),

isto é, 1.325 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. O termofosfato foi aplicado a fim de fornecer fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes, além de corrigir a acidez excessiva. Adotou-se esse procedimento para evitar a retirada de todo o solo contido no vaso por ocasião da adubação de plantio, caso realizasse a calagem antecipada. Além do termofosfato, aplicaram-se 1,0 kg por vaso de esterco de curral curtido (40 t.ha⁻¹) e o potássio. Em seguida, os solos foram incubados por um período de 10 dias, mantendo-se a umidade a 70% da capacidade máxima de retenção de água. Os vasos foram cobertos com material impermeável para evitar perdas de água por evaporação.

Passado o período de incubação, efetuou-se o plantio do alho cv. Roxo Pérola de Caçador, utilizando-se, em cada vaso, 10 bulbilhos vernalizados a 4 °C durante 45 dias, com massa individual entre 2 e 3 gramas. Os vasos foram dispostos em duas linhas com espaçamento de 10 cm entre plantas, na linha, e 15 cm entre as linhas. Realizou-se o plantio do primeiro experimento em 12/5/93, e o segundo em 27/5/94.

No pré-plantio do primeiro experimento, coletaram-se amostras de solo de cada tratamento, com 10 dias de incubação. As amostras de solos foram analisadas segundo o método de RAIJ e QUAGGIO (1983), cujos teores de potássio determinados foram: 2,6; 4,2; 6,3 e 8,3 mmol_c.dm⁻³ de K, respectivos aos quatro níveis anteriormente mencionados. Os demais índices analíticos não apresentaram variação expressiva entre os tratamentos, e os valores médios atingidos foram: pH (CaCl₂) 5,4; 31 g.dm⁻³ de MO; 86 mg.dm⁻³ de P; 26 mmol_c.dm⁻³ de Ca; 21 mmol_c.dm⁻³ de Mg e 62% de saturação por bases.

Coletaram-se amostras de folhas de duas plantas por vaso para análise química, de acordo com BATAGLIA et al. (1983), aos 70 DAE para o primeiro experimento e aos 90 DAE para o segundo.

Durante o ciclo da cultura, para ambos os experimentos, avaliou-se o desenvolvimento das plantas, medindo o comprimento da maior folha e o teor de clorofila. Os dados das leituras do clorofilômetro MINOLTA SPAD foram transformados pela fórmula: $y = 0,0996x - 0,152$, em que: y = teor de clorofila na folha, mg.dm⁻² e x = leitura do aparelho.

Determinou-se o índice de formato transversal por meio da relação entre as medidas da altura e do maior diâmetro do bulbo.

Por ocasião da colheita avaliou-se o total de plantas com pseudoperfilhamento. A produção de bulbos foi avaliada após um período de "cura" de 30 dias. Todos os dados foram analisados estatisticamente, sendo submetidos à análise da

variância. As doses de potássio e de nitrogênio foram submetidas à análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Variação nas doses de K no plantio e N em cobertura – experimento de 1993

No quadro 1 são apresentados os teores de N, P e K encontrados nas folhas das plantas coletadas aos 70 dias após a emergência, que corresponde, aproximadamente, ao período da diferenciação em bulbilhos. A análise da variância não evidenciou interação entre os tratamentos, mostrando efeito linear apenas para nitrogênio ($r^2 = 0,70$), fósforo ($r^2 = 0,97$) e potássio ($r^2 = 0,88$), em doses de potássio, e para nitrogênio e potássio em doses de nitrogênio, tendo também efeito quadrático para nitrogênio em doses de nitrogênio ($r^2 = 0,99$).

Os teores médios de nitrogênio aumentaram de acordo com as doses de fertilizante nitrogenado aplicado. Em plantas de tomate, de acordo com BARKER et al. (1967), houve redução nos níveis de nitrogênio com o aumento da concentração de potássio no tecido foliar. À medida que não apresenta interação, estudos mais aprofundados tornam-se necessários para que se previna a incidência de pseudoperfilhamento, por um possível controle exercido pelo potássio sobre a excessiva absorção de nitrogênio. Por sua vez, SOARES et al. (1984) não encontraram qualquer efeito de aplicação de doses crescentes de potássio sobre a absorção de nitrogênio, por plantas de tomate.

À exceção do fósforo, que apresentou redução na concentração no tecido foliar com o aumento da dose de potássio aplicada, não foram observados, para os demais macronutrientes, efeitos dos tratamentos. Não foram confirmados, portanto, os efeitos de inibição competitiva do potássio sobre a absorção de cálcio e magnésio nessa cultura (BÜLL et al., 1994; 1998). No presente experimento, o cálcio e o magnésio foram fornecidos pelo termofosfato, ao passo que, nos ensaios desenvolvidos pelos autores citados, o fornecimento se fez pela aplicação de carbonatos. Os teores médios encontrados na matéria seca da parte aérea foram de 4,8 g.kg⁻¹ de Ca, 4,0 g.kg⁻¹ de Mg e 9,8 g.kg⁻¹ de S.

Os teores de clorofila das folhas (Quadro 1), avaliados aos 45 DAE, portanto após a primeira adubação nitrogenada em cobertura, sofreram influência apenas dos níveis de potássio, observando-se tendência de aumento na concentração de clorofila com a elevação da dose de fertilizante potássico aplicado.

Quadro 1. Concentração de N, P e K na folha de plantas de alho coletadas aos 70 dias após a emergência (DAE), comprimento da maior folha (88 DAE), teores de clorofila nas folhas (45 DAE) e produção de bulbos de plantas de alho, em decorrência de variações nas doses de potássio no plantio e nas doses de nitrogênio em cobertura. Experimento de 1993

| Doses | Nutriente | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----|-----|-------------|---------------------|--------------------|
| | N | P | K | Comprimento | Clorofila | Produção de bulbos |
| | g.kg ⁻¹ MS | | | cm | mg.dm ⁻² | g por 6 plantas |
| Dose de K | | | | | | |
| K ₀ | 40 | 3,0 | 33 | 73 | 5,6 | 116 |
| K ₁ | 38 | 2,7 | 37 | 70 | 5,8 | 109 |
| K ₂ | 38 | 2,6 | 37 | 67 | 6,1 | 104 |
| K ₃ | 37 | 2,3 | 41 | 66 | 6,1 | 103 |
| Efeitos ⁽¹⁾ | L** | L** | L** | L** | L',Q' | NS |
| Dose de N | | | | | | |
| N0 | 35 | 2,7 | 35 | 71 | 5,9 | 106 |
| N1 | 37 | 2,5 | 35 | 70 | 5,7 | 114 |
| N2 | 40 | 2,8 | 39 | 68 | 5,9 | 109 |
| N3 | 41 | 2,6 | 39 | 66 | 6,1 | 103 |
| Efeitos | L**,Q** | NS | L** | NS | NS | NS |
| CV (%) | 5 | 15 | 10 | 9 | 7 | 21 |

(¹) L: efeito linear; Q: efeito quadrático; NS: Não significativo; * : P < 0,05; ** : P < 0,01.

Observou-se efeito quadrático ($r^2 = 0,99$) entre as variáveis. As variações nas doses de nitrogênio aplicadas, a despeito das funções desse nutriente como componente do grupo pirrólico na molécula da clorofila, não promoveram aumentos na síntese desse composto. RESENDE (1994) sugeriu o período de 6 a 9 dias como intervalo para se obter o máximo de aumento do teor de clorofila, devido à aplicação do nitrogênio, tendo como parâmetros de avaliação os mesmos pressupostos neste trabalho. Entretanto, não se verificou efeito significativo entre essas variáveis, pela análise de regressão.

Na avaliação do comprimento da maior folha (Quadro 1), 38 dias após a aplicação da segunda adubação em cobertura com nitrogênio, verificaram-se efeitos apenas das variações nas doses de potássio, ressaltando-se que a dose mais elevada de potássio proporcionou redução no crescimento, em relação ao nível original desse nutriente no solo. Tais resultados concordam com os obtidos por Büll et al. (1994), embora não se constatasse, no presente trabalho, efeitos de inibição competitiva do potássio. A ausência de efeitos do nitrogênio sobre o desenvolvimento das plantas pode ser atribuída ao fornecimento desse nutriente, pela adubação orgânica, bem como ao considerável teor original de matéria orgânica do solo.

As variações nas doses de potássio aplicadas no plantio, bem como nas doses de nitrogênio em

cobertura, não influenciaram a incidência de pseudoperfilhamento. A média geral do experimento, indica, para esse parâmetro, 36% a incidência dessa anomalia, índice elevado ao se considerar a média de 5% a 10% como aceitável para culturas de boa produtividade (NAKAGAWA, 1993). Esse alto índice ocorreu provavelmente em razão do elevado suprimento de N fornecido pelas doses de N e da mineralização da matéria orgânica. A adubação orgânica utilizada, equivalente a 40 t.ha⁻¹, correspondeu à recomendação para essa cultura no Estado de São Paulo (LISBÃO e FERNANDES, 1992).

Há que se salientar o elevado valor do coeficiente de variação (62%) obtido para esse parâmetro, dificultando uma análise conclusiva. Com relação ao potássio aplicado no plantio, KONKEL et al. (1991) e BÜLL et al. (1998) obtiveram resultados semelhantes. A ausência de efeitos de nitrogênio aplicado em cobertura para este parâmetro também foi observada com a mesma cultivar por SENO et al. (1990), os quais aplicaram doses em cobertura que variaram de 33 a 262 kg.ha⁻¹ de N e, por SILVA (1991), com a aplicação de 20 a 100 kg.ha⁻¹ de N. Em contrapartida, ALVARENGA e SANTOS (1982) observaram elevação no pseudoperfilhamento em plantas de alho da cultivar Juréia com aplicação de 100 kg.ha⁻¹ de N na forma de salitre do Chile, sendo metade dessa dose em cobertura. MORAES e LEAL (1986), estudando níveis (0 a 150 kg.ha⁻¹) e parcelamento de nitrogênio na cv.

São Lourenço, verificaram aumento na incidência dessa anomalia: quanto maior a dose, mais tardia a aplicação do fertilizante nitrogenado. Elevação no pseudoperfilhamento em função de elevação nas doses de N, em cobertura, com a cultivar Roxo Pérola de Caçador foi observado por IZIOKA (1990), em Terra Roxa Estruturada, principalmente quando associada à aplicação de torta de mamona no plantio. Com a cultivar Quitéria, RESENDE e SOUZA (2001) observaram que a porcentagem de bulbos pseudoperfilhados aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio (0 a 160 kg.ha⁻¹).

O índice de formato não foi influenciado pelos tratamentos. O valor médio obtido no experimento, igual a 0,86, indica bulbos com formato achatado, portanto de bom valor comercial.

As médias de produção de bulbos (Quadro 1), à semelhança do ocorrido com o índice de formato e o pseudoperfilhamento, também não revelam influência dos tratamentos, contrariando dados anteriores obtidos por BÜLL et al. (1994; 1998), os quais demonstraram elevação na produção de bulbos com o aumento na dose de potássio aplicada no plantio. Vale ressaltar que no presente trabalho houve aplicação de matéria orgânica por ocasião do plantio, possibilitando, provavelmente, adequado suprimento de potássio, mesmo nas menores doses de fertilizante potássico aplicadas, o que não foi feito nos experimentos realizados por esses autores.

Ausência de respostas a nitrogênio, aplicado em cobertura, sobre a produção de bulbos nessa cultura também foi observada em outros trabalhos, como os de SENO et al. (1990) e NAKAGAWA et al. (1990) com a cultivar Quitéria, com doses de 20 e 40 kg.ha⁻¹ de N, e NAKAGAWA et al. (1991) com a cultivar deste trabalho, aplicando 15 e 30 kg.ha⁻¹ de N. Por outro lado, outros trabalhos mostram expressivas respostas à aplicação de nitrogênio sobre a cultura, como os realizados por MENEZES-SOBRINHO et al. (1973) com as cultivares Amarante, Branco Mineiro e Barbado Rio Grande, com aplicações de 100 e 200 kg.ha⁻¹ de N no plantio; FERRARI e CHURATA-MASCA (1975) com a cultivar Amarante com doses de 25 a 75 kg.ha⁻¹ de N no plantio; ALVARENGA e SANTOS (1982) com as cultivares Juréia e Dourado com doses de 50 e 100 kg.ha⁻¹ de N no plantio, e NAKAGAWA et al. (1990) com a mesma cultivar deste trabalho e doses de 15 e 30 kg.ha⁻¹ de N, em cobertura, aplicadas aos sete dias após a diferenciação em bulbilhos.

A não-resposta à adubação nitrogenada em cobertura, obtida neste trabalho, deve estar associada ao teor original elevado de matéria orgânica no solo, aliado à aplicação da adubação orgânica, prática

rotineira dos produtores de alho. Confirmando essas considerações, IZIOKA (1990) obteve aumento na produção de bulbos em decorrência de adubação nitrogenada em cobertura, apenas em areia quartzosa com baixo teor de matéria orgânica (1,2%), ao passo que em terra roxa estruturada, com 2,7% de matéria orgânica, a produção de bulbos não foi afetada pela aplicação de torta de mamona no plantio, nem pela adubação nitrogenada em cobertura. RESENDE e SOUZA (2001) obtiveram aumento da produtividade total até a dose de 149,2 kg.ha⁻¹ de N; houve redução linear na produtividade comercial com o incremento da dose de nitrogênio. A ausência de resposta, segundo os autores, deve-se, provavelmente, além da alta incidência de pseudoperfilhamento promovida pelo incremento das doses de nitrogênio, ao teor de matéria orgânica do solo, considerado alto.

3.2. Variação nas doses de N e K em cobertura – experimento de 1994

Os teores de N, K e S no tecido foliar das plantas coletadas aos 90 DAE, portanto após as adubações nitrogenadas e potássicas em cobertura, encontram-se relacionados no quadro 2.

A concentração de nitrogênio aumentou com as doses desse nutriente, mostrando efeito quadrático, não sendo, porém, influenciada pelas aplicações de potássio, podendo-se inferir a ineficiência do controle da absorção de nitrogênio por aplicações tardias de potássio, em cobertura, ou seja, na época da diferenciação em bulbilhos (70 DAE). A concentração de potássio no tecido foliar não foi afetada pela adubação potássica, mas aumentou significativamente com a adubação nitrogenada, mostrando efeito quadrático, confirmado pela análise de regressão significativa ($r^2 = 0,94$). A análise também revela interação significativa N x K. O resultado contrasta com dados de ADAMS et al. (1973), que observaram redução na absorção de potássio com aplicações de nitrogênio na cultura do tomateiro. Entretanto, SOARES et al. (1984) não verificaram efeito do nitrogênio sobre a absorção do potássio pelo tomateiro. De acordo com USHERWOOD (1982) e FAGERIA (1982), quando a disponibilidade de potássio era adequada, adições de nitrogênio aumentavam consideravelmente a absorção do potássio, por plantas de milho e arroz, em razão do estímulo das adubações nitrogenadas no crescimento vegetativo. O mesmo fato deve ter ocorrido no presente trabalho, confrontando-se dados de concentração de nitrogênio e potássio na planta com os de produção de bulbos.

Quadro 2. Concentração de N, K, S na folha de plantas de alho coletadas aos 90 dias após a emergência (DAE), teores de clorofila nas folhas (75, 90 e 105 DAE), comprimento da maior folha (90 DAE), pseudoperfilhamento, índice de formato (altura/diâmetro) e produção de bulbos de plantas de alho, em decorrência de variações nas doses de nitrogênio e potássio em cobertura. Experimento de 1994

| Doses | Nutriente | | | Clorofila | | | Comprimento 90 DAE cm | Pseudo- perfilhamento % | Índice deformato | Produção de bulbos g por 6 plantas |
|------------------------|-----------|--------|-----|-----------|--------|---------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| | N | K | S | 75 DAE | 90 DAE | 105 DAE | | | | |
| Dose de K | | | | | | | | | | |
| K ₀ | 29 | 28 | 5,8 | 6,2 | 6,1 | 5,8 | 82 | 40 | 0,84 | 130 |
| K ₁ | 29 | 27 | 5,7 | 6,2 | 6,1 | 5,8 | 80 | 38 | 0,83 | 128 |
| K ₂ | 29 | 29 | 6,3 | 6,2 | 6,2 | 5,9 | 79 | 32 | 0,81 | 129 |
| K ₃ | 28 | 29 | 5,6 | 6,2 | 6,3 | 5,6 | 80 | 44 | 0,81 | 134 |
| Efeitos ⁽¹⁾ | NS | NS | NS | NS | L* | L*,Q* | NS | NS | NS | NS |
| Dose de N | | | | | | | | | | |
| N ₀ | 24 | 25 | 6,4 | 5,8 | 5,8 | 5,4 | 84 | 17 | 0,83 | 128 |
| N ₁ | 29 | 28 | 5,6 | 6,2 | 6,3 | 5,8 | 80 | 39 | 0,83 | 123 |
| N ₂ | 30 | 29 | 6,1 | 6,4 | 6,2 | 5,9 | 80 | 56 | 0,83 | 137 |
| N ₃ | 31 | 30 | 5,2 | 6,3 | 6,5 | 6 | 77 | 43 | 0,79 | 134 |
| Efeitos | L*,Q* | L**,Q* | L** | L**,Q* | L*,Q** | L**,Q** | L** | L**,Q** | L** | L* |
| CV(%) | 5 | 6 | 10 | 4 | 2 | 3 | 4 | 62 | 4 | 8 |

(¹) NS: Não significativo; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; *: P < 0,05; **: P < 0,01.

As concentrações de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre na planta não foram afetadas pelos tratamentos. Os teores médios encontrados na matéria seca da parte aérea foram de 1,8 g.kg⁻¹ de P; 3,6 g.kg⁻¹ de Ca; 3,8 g.kg⁻¹ de Mg e 5,8 g.kg⁻¹ de S.

A figura 1 mostra que os teores de clorofila nas folhas foram influenciados pelos tratamentos com nitrogênio apenas a partir dos 75 DAE, portanto 45 e 25 dias após, respectivamente, a primeira e a segunda adubação em cobertura. O resultado indica, a exemplo do ocorrido no experimento de 1993, para essa cultura, intervalo consideravelmente maior que o sugerido por RESENDE (1994), para se obter o máximo aumento do teor de clorofila, em virtude da aplicação de nitrogênio.

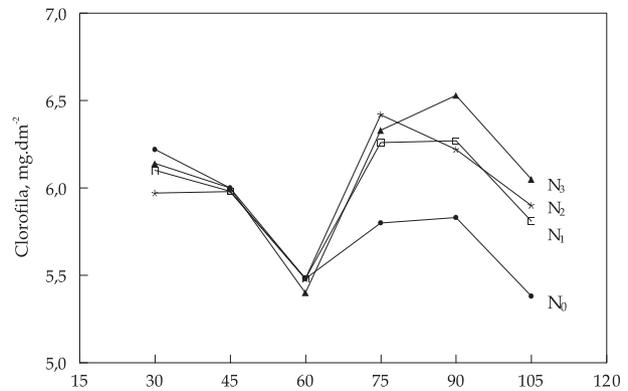


Figura 1. Teor de clorofila de folhas de plantas de alho submetidas a variações nas doses da adubação nitrogenada em cobertura aos 30 e 50 dias após a emergência. Experimento de 1994.

A figura 1 mostra nítida redução na concentração de clorofila dos 30 aos 60 DAE, que pode ser atribuída à diluição desse composto, em face do maior crescimento das plantas, aliado, provavelmente, ao período de tempo ainda insuficiente para incorporação do nitrogênio aplicado, sobretudo na segunda adubação em cobertura. Na avaliação realizada aos 75 DAE, a partir da qual se evidenciam as diferenças entre as doses de nitrogênio, notam-se significativos aumentos na concentração de clorofila, em especial nos tratamentos que receberam as maiores doses, mantendo-se até 90 DAE, cuja avaliação demonstra as maiores diferenças entre as doses, com nítida vantagem da maior dose sobre as demais. Tais diferenças são mantidas inclusive aos 105 DAE, quando se verifica nova redução nos teores da clorofila, em vista da redistribuição do nitrogênio da planta, principalmente para a formação dos bulbos.

A análise de regressão confirma a tendência de aumentos na síntese de clorofila com a adição de nitrogênio, em todos os modelos testados nas avaliações aos 75, 90 e 105 DAE.

A elevação nos níveis da adubação potássica em cobertura, embora com efeitos pouco aparentes nas variações nos níveis desse nutriente por ocasião do plantio (experimento de 1993), promoveu aumento na concentração de clorofila das folhas, mostrando efeito linear nas avaliações aos 90 DAE e efeito quadrático aos 105 DAE e não significativo aos 75 DAE (Quadro 2). Houve interação significativa N x K para as avaliações feitas aos 90 e 105 DAE. Nas demais épocas de avaliação, o potássio não influenciou esse parâmetro. Os resultados sugerem que prováveis aumentos na síntese de clorofila das folhas de plantas de alho, promovidos por adubações potássicas passam a ser menos evidentes quando feitas tardiamente.

O comprimento da maior folha na avaliação aos 90 DAE revela efeitos do nitrogênio e da interação N x K nesse parâmetro. Os maiores valores foram obtidos sem aplicação de nitrogênio em cobertura, decrescendo com a elevação na dose da adubação nitrogenada.

A porcentagem de plantas com pseudoperfilhamento (Quadro 2), embora com o elevado coeficiente de variação obtido, demonstra nítida tendência de aumento, com a elevação na dose de fertilizante nitrogenado em cobertura, confirmada pela análise, mostrando efeito quadrático ($r^2 = 0,99$) - Figura 2.

A incidência dessa anomalia está estreitamente relacionada a aplicações de doses excessivas de nitrogênio, principalmente em cobertura, segundo demonstram os resultados de ALVARENGA e SANTOS (1982), MORAES e LEAL (1986) e IZIOKA (1990). Por outro lado, trabalhos existem nos quais a adição de nitrogênio não influenciou a incidência do pseudoperfilhamento. São os casos de SENO et al. (1990), SILVA (1991), além do resultado do experimento de 1993, no qual as plantas mostraram-se menos vigorosas que neste experimento. A cultivar utilizada no presente trabalho, classificada como produtora de "alho nobre", por ter adaptação climática forçada, pela vernalização, para plantio em regiões menos frias que as de origem, sofre forte influência das variações climáticas, que podem alterar o desenvolvimento da planta e levar a respostas diferentes de ano para ano.

As variações na adubação potássica em cobertura, a exemplo do ocorrido com aplicação no plantio no experimento de 1993, não influenciaram a porcentagem de plantas com pseudoperfilhamento, confirmando os resultados obtidos por NAKAGAWA et

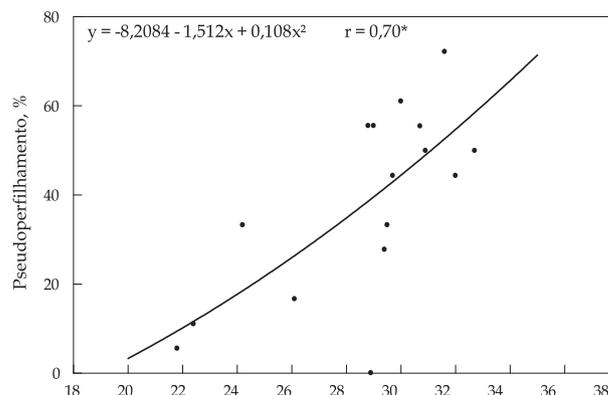


Figura 2. Relação entre o pseudoperfilhamento e a concentração de nitrogênio em plantas de alho submetidas a variações nas doses da adubação nitrogenada e potássica em cobertura. Experimento de 1994.

al. (1990; 1992; 1995) com a mesma cultivar. Tais resultados sugerem, ao contrário da prática adotada por alguns produtores de "alho nobre", não ser eficiente o controle do pseudoperfilhamento pelas aplicações tardias de potássio. Conforme demonstrado anteriormente (Quadro 2), a adubação potássica em cobertura não inibiu a absorção de nitrogênio pelas plantas, corroborando essas considerações.

O índice de formato do bulbo (Quadro 2) diminuiu sob a dose maior de nitrogênio, mostrando efeito linear e não foi influenciado pelas doses de potássio.

A produção de bulbos (Quadro 2) não foi influenciada isoladamente pela adubação potássica em cobertura. NAKAGAWA et al. (1990; 1992; 1993) também não observaram respostas à adubação potássica, em cobertura, sobre a produção de bulbos.

Com relação à adubação nitrogenada em cobertura, nota-se que as maiores produções de bulbos foram obtidas com as duas maiores doses, revelando efeito linear e efeito significativo da interação N x K. Entretanto, como a adubação nitrogenada em cobertura elevou as concentrações foliares, tanto do nitrogênio quanto do potássio, em claro efeito de sinergia (Quadro 2), de acordo com as considerações de SUMNER e FARINA (1986), torna-se mais adequado relacionar a produção de bulbos ao produto N x K no tecido foliar.

4. CONCLUSÕES

1. A concentração foliar de nitrogênio foi reduzida pela adubação potássica, no plantio ou em cobertura, havendo, entretanto, elevação nos teores de potássio com a concentração de nitrogênio no tecido.

2. A concentração de clorofila aumentou com os níveis de potássio no tecido foliar, em função de

variações nas doses de fertilizante potássico aplicados no plantio e com as doses de nitrogênio em cobertura.

3. Aumentos nas doses da adubação nitrogenada em cobertura favoreceram a incidência de pseudoperfilhamento na cultura, a qual não foi influenciada pela adubação potássica no plantio ou em cobertura.

4. A produção de bulbos foi maior com adubação nitrogenada em cobertura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P.; WINSOR, G.W.; DONALD, J.D. The effect of N, K and subirrigation on the yield, quality and composition of single triess tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, Cambridge, v.48, p.123-33, 1973.
- ALVARENGA, M.A.R.; SANTOS, M.L.B. Efeito de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de duas cultivares de alho (*Allium sativum*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22., 1982. Vitória. *Resumos...* Vitória: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1982. p.304.
- BARKER, A.V.; MAYNARD, D.N.; LACHMAN, N.H. Induction of tomato stem and leaf lesions, and potassium deficiency by excessive ammonium nutrition. *Soil Science*, Baltimore, v.103, p.319-327, 1967.
- 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, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78)
- BÜLL, L.T.; NAKAGAWA, J.; PRADO, R.C. Parcelamento e épocas de aplicação de fertilizante potássico na cultura do alho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, p.74, 1994. (Resumo)
- 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*, Piracicaba, v.55, p.456-464, 1998.
- FAGERIA, N.K. Nutrição e adubação potássica do arroz no Brasil. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. (Eds.). *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba: Instituto da Potassa (EUA-Suíça), 1982. p.421-436.
- FERRARI, V.A.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio e de borax na produção de alho (*Allium sativum* L. cv. "Amarante"). *Revista de Olericultura*, Brasília, v.15, p.32, 1975. (Resumo)
- IZIOKA, H. *Influência da torta de mamona e da cobertura nitrogenada na cultura de alho (Allium sativum L.) cv. Roxo Pérola de Caçador, em dois tipos de solo*. 1990. 94f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- KONKEL, S. Efeitos do vinhoto e do cloreto de potássio sobre os rendimentos total e comercial e superbrotamento de bulbos de alho (*Allium sativum* L.). *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.9, p.41, 1991. (Resumo)
- LISBÃO, R.S.; FORNASIER, J.B. Alho. In: RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; JÚNIOR, R.B.; 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)
- MENEZES-SOBRINHO, J.A.; MAGALHÃES, J.R.; FONTES, R.R.; NOVAES, R.F.; REGINA, S.M. Efeito da aplicação de doses de nitrogênio e da cobertura morta sobre a produção de três cultivares de alho. *Revista de Olericultura*, Brasília, v.13, p.89, 1973. (Resumo)
- MORAES, E.; LEAL, M.L.S. Influência de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de superbrotamento na cultura do alho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.4, p.61, 1986. (Resumo)
- NAKAGAWA, J. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA, M.E.; CASTELANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Eds.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p.341-380.
- NAKAGAWA, J.; SAKAMOTO, H.; UENO, M.N. Efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do alho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.8, p.55, 1990. (Resumo)
- NAKAGAWA, J.; SAKAMOTO, H.; UENO, M.N. Efeitos de doses e épocas de aplicação de N em cobertura, em alho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.9, p.50, 1991. (Resumo)
- NAKAGAWA, J.; YOSHIMURA, J.O.; BÜLL, L.T.; PIERI, J.C. Estudo dos efeitos de doses e épocas de aplicação de potássio no pseudoperfilhamento da cultura do alho, "Roxo Pérola de Caçador". *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.13, p.63, 1995. (Resumo)
- NAKAGAWA, J.; YOSHIMURA, J.O.; KAMITSUJI, M.K.; LIMA, M.C.C.; TSUTSUMI, C.Y.; PIERI, J.C. Avaliação de doses de potássio em cobertura no controle do superbrotamento em alho nobre. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.10, p.63, 1992. (Resumo)
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. *Métodos de análises de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81)
- RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J. Efeitos de tipos de bulbos e adubação nitrogenada sobre a produtividade e características comerciais do alho cv. "Quitéria". *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, p.320-323, 2001.

- REZENDE, M. Uso de nível de clorofila na folha como indicador do momento de se aplicar nitrogênio em cobertura. *Boletim Informativo da SBCS*, Campinas, v.19, n.3, p.113, 1994.
- SENO, S.; FERNANDES, F.M.; SASAKI, J.L.S. Influência da quantidade e época de aplicação de nitrogênio na cultura do alho cv. "Roxo Pérola de Caçador". *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.8, p.66, 1990. (Resumo)
- SILVA, O.G. *Efeitos de épocas de suspensão da irrigação e de três níveis de nitrogênio na cultura do alho (Allium sativum L)*, 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, UNESP, Botucatu.
- SOARES, E.; KIMOTO, T.; CONCEIÇÃO, F.A.D.; LIMA, L.A.; KUROSZAWA, C.; NAKAGAWA, J.; BOARETTO, A.E. Adubação mineral do tomateiro (cv. Petomech). III. Efeito da adubação nitrogenada e potássica em solo podzolizado de Lins e Marília. *Científica*, São Paulo, v.12, p.17-123, 1984.
- SOUZA, R.J.; CASALI, V.W.D. Pseudoperfilhamento: uma anormalidade genético-fisiológica em alho. *Informações Agropecuárias*, Belo Horizonte, v.12, p.36-41, 1986.
- SUMNER, M.E.; FARINA, M.P.W. Phosphorus interaction with other nutrients and lime in field cropping systems. *Advances in Soil Science*, New York, v.5, p.201-236, 1986.
- USHERWOOD, N.R. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. (Eds.). *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba: Instituto da Potassa (EUA-Suíça), 1982. p.227-247.