

Contribuição das concentrações de nitrogênio em bulbilhos de alho tratados com doses de N em cobertura

Lucilene JC Fernandes; Roberto L Villas Bôas; Clarice Backes; Claudinei P Lima; Leonardo T Büll

¹UNESP-FCA, C. Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP; ljcfernandes@ig.com.br

RESUMO

Bulbos originados de diferentes concentrações de adubação nitrogenada podem apresentar variações quanto ao teor de N no bulbilho, o que pode influenciar no desenvolvimento da geração seguinte e na sua resposta à adubação nitrogenada. O objetivo foi avaliar a contribuição de N presente nos bulbilhos de plantas livres de vírus, provenientes de alho semente com diferentes concentrações de N, e a resposta a doses de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo as parcelas principais constituídas por doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N) e as subparcelas constituídas por bulbilhos originados dos tratamentos 0, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ de N de experimento conduzido no ano anterior, utilizando a cultivar Caçador L.V. (livre de vírus), com 4 repetições. O conteúdo de N presente no bulbilho influenciou os valores de Índice Relativo de Clorofila (IRC) até os 30 dias após a emergência (DAE), não interferindo, porém na produtividade dos bulbos. As doses de N aplicadas em cobertura proporcionaram aumento nos valores de IRC, na produtividade e no peso médio dos bulbos. As produtividades total e comercial estimadas foram de 10 t ha⁻¹ com a aplicação da dose de 325 kg ha⁻¹. O maior peso médio de bulbos (35 g) foi obtido com a dose de 321 kg ha⁻¹ de N. Não houve incidência de plantas pseudoperfilhadas.

Palavras-chave: *Allium sativum*, clorofilômetro, nutrição.

ABSTRACT

Contribution of nitrogen concentrations in garlic cloves treated with doses of N in side dressing

Bulbs originated from different concentrations of nitrogen fertilization may differ on the N content of the cloves, which can influence the development of the next generation and in its response to nitrogen fertilization. The objective was the evaluation of the contribution of N present in cloves of garlic plants free of viruses, originated from garlic seed with different N concentrations, and response to increasing doses of N. The experimental design was a randomized block with split plot arrangement. The treatments were rates of N in side dressing (0, 150, 300 and 450 kg ha⁻¹ of N) and rates of N in cloves (0, 80, 160 and 320 kg ha⁻¹ of N) of an experiment in the previous year and 4 repetitions. We used cultivar Caçador L.V. (virus free). The N content in cloves influenced the values of Relative Index of Chlorophyll (IRC) until 30 days after emergence (DAE), not interfering, however, in the yield of the bulbs. The applied doses of N in side dressing provided an increase in the IRC value, in the yield and the average weight of bulbs. Total and marketable yield were 10 t ha⁻¹, using 325 kg ha⁻¹ of N. The highest bulb weight (35 g) was reached with 321 kg ha⁻¹ of N. There was no incidence of plants with secondary growth.

Keywords: *Allium sativum*, chlorophyll meter, nutrition.

(Recebido para publicação em 9 de novembro de 2009; aceito em 18 de janeiro de 2011)

(Received on November 9, 2009; accepted on January 18, 2011)

A manutenção de níveis adequados de fertilidade no solo é fator decisivo para o bom desempenho da cultura do alho (Magalhães, 1986). O nitrogênio é o nutriente que mais contribui para o aumento da produtividade e da qualidade dos bulbos. Algumas pesquisas têm mostrado respostas bastante variáveis às doses de N (Backes *et al.*, 2008; Rezende & Souza, 2001; Costa *et al.*, 1993; Souza & Casali, 1991). Isso pode estar ligado ao teor de matéria orgânica, à aplicação de adubo orgânico antes do plantio, às condições climáticas, ao genótipo e à infestação por vírus, entre outras causas.

Em experimentos anteriores, os autores observaram que plantas com maior adubação de nitrogênio têm apresentado um conteúdo maior deste nutriente nos bulbos em relação às plantas sem apli-

cação deste. Dessa forma, a resposta à adubação nitrogenada no ciclo seguinte poderá ser diferente em função da maior ou menor quantidade de N presente no bulbilho. Na literatura não foram encontrados trabalhos que relacionem quantidade de N no bulbilho com a adubação nitrogenada, e este poderia ser mais um fator de influência nas respostas das plantas.

A definição da quantidade ótima de N a ser aplicada na cultura do alho é complexa uma vez que vários fatores durante o ciclo podem alterar a eficiência do uso de N. Como vários fatores podem influenciar a resposta do alho ao N, não se pode padronizar uma única dose visando a máxima produtividade. Assim torna-se necessária a avaliação do estado nutricional das plantas durante o ciclo da cultura.

Dentre as técnicas mais recentes com potencial para avaliar o estado nutricional de N da planta em tempo real, de forma rápida e de baixo custo, destaca-se a análise da intensidade do verde das folhas, determinada pelo uso do medidor indireto de clorofila. A intensidade da cor verde determinada pelo equipamento tem apresentado correlação significativa com o verde, teor de clorofila e concentração de N na folha. Em função disso, o clorofilômetro pode ser utilizado como ferramenta auxiliar na tomada de decisão sobre a adubação nitrogenada, possibilitando a sua utilização como critério de avaliação do estado nutricional de N nas plantas. Ainda, o clorofilômetro tem potencial de identificar situações onde a aplicação adicional de N não seja necessária (Godoy *et al.*, 2003). O uso

do cloroflômetro tem apresentado resultados satisfatórios quanto à avaliação da resposta de N para a cultura do alho (Backes *et al.*, 2008; Lima, 2005; Villas Bôas *et al.*, 2003).

Considerando a importância do estudo do nitrogênio para a cultura do alho e a escassez de informações referentes à quantidade de N existente no bulbilho, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a contribuição das diversas concentrações de N nos bulbilhos, sob influência de doses de N aplicadas em cobertura, sobre o desenvolvimento e produtividade do alho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo da UNESP, no município de São Manoel (SP), em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa, segundo nomenclatura da Embrapa (2006).

A análise química inicial do solo apresentou pH (CaCl₂)= 5,6; M.O.= 10 g dm⁻³, P (resina)= 18 mg dm⁻³, H+Al= 16 mmol_c dm⁻³, K= 1,3 mmol_c dm⁻³, Ca= 17 mmol_c dm⁻³, Mg= 7 mmol_c dm⁻³, S= 25 mmol_c dm⁻³, CTC= 41 mmol_c dm⁻³, V= 61%, B= 0,07 mg dm⁻³, Cu= 1,0 mg dm⁻³, Mn= 9,1 mg dm⁻³ e Zn= 1,9 mg dm⁻³. A calagem teve por objetivo atingir 80% de saturação por bases. A adubação de plantio foi realizada visando atingir 250 mg dm⁻³ de P, equilibrar Ca²⁺+Mg²⁺/K⁺= 25, e ajustar o boro e zinco para 1 e 6 mg dm⁻³, respectivamente.

O plantio foi realizado em 14/05/07, utilizando a cultivar Caçador L.V. (livre de vírus), vernalizado a 4°C por 45 dias. O material isento de vírus foi obtido através de cultura de tecidos e termoterapia na UNESP-FCA, aclimatizados em casa de vegetação e multiplicados por quatro gerações em telado no município de Guarapuava (PR). As parcelas foram dimensionadas com 2,0 m de comprimento por 1,2 m de largura do canteiro, com espaçamento de 10 cm entre plantas e 20 cm entre linhas.

Foram selecionados para o plantio bulbilhos pesando aproximadamente 4 g (bulbos nº 6 de acordo com a classificação da Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992, do ministério da agri-

cultura e Reforma Agrária), coletados em experimento de doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ de N) realizado no ano de 2007.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas com 4 repetições. As parcelas principais constituídas por doses de N correspondentes a 0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N e as subparcelas foram os bulbilhos que apresentam diferentes concentrações de N originados em experimento realizado em 2007: 0, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ de N.

As doses, com exceção da testemunha, foram aplicadas como segue: 20 kg ha⁻¹ de N no plantio e o restante da dose foi parcelada aos 30 e 50 dias após a emergência das plantas (DAE), utilizando como fonte o nitrato de amônio.

Foram realizadas avaliações de índice relativo de clorofila (IRC) aos 30, 50 e 90 DAE, amostrando-se 15 plantas e trinta leituras por parcela. O IRC foi determinado com o auxílio do cloroflômetro, modelo SPAD-502 da Minolta Corporation Ltda., amostrando-se a parte central da folha recentemente expandida e fisiologicamente madura, com o cuidado de não atingir a nervura central (Raij *et al.*, 1996).

As folhas, onde se realizou a leitura de IRC, foram coletadas para análise química dos teores foliares de nitrogênio, segundo metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997).

Para a avaliação da produção foram coletadas 10 plantas da área útil de cada uma das 4 linhas centrais da parcela. A colheita ocorreu 121 dias após o plantio, e os dados de produção e peso médio de bulbos foram obtidos após período de cura de 30 dias, a fim de favorecer gradual perda de umidade e concentração de sólidos nos bulbos, melhorando a conservação (Filgueira, 2000). Para a composição da produtividade comercial foram considerados bulbos de classe 3 (diâmetro >32 até 37 mm) ou superior, isentos de sintomas de ataque de pragas e doenças, ou outra anomalia. A ocorrência de pseudoperfilamento (bulbos superbrotados) foi avaliada visualmente nas plantas destinadas à produção, no momento da colheita.

Após a obtenção dos dados de produção, os bulbos foram submetidos à

análise química para quantificação do teor de nitrogênio, segundo metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, seguida de regressão, ajustando-se as equações aos dados obtidos, tendo como critério para a escolha do modelo matemático, o teste F significativo a 1 e 5%, e a magnitude dos coeficientes de determinação. A análise de correlação foi realizada pelo método de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas nos programas Sisvar 4.3 (Ferreira, 2003) e SigmaStat 3.11 (Systat, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo inicial de N dos bulbilhos foi de 27,9; 31,7; 37,4 e 42,1 g kg⁻¹ bulbo seco, com a umidade média amostrada de 53%. Considerando uma população de 350.000 plantas ha⁻¹, as quantidades de N proveniente dos bulbilhos colhidos no experimento de 2007 foram de: 20, 22, 26 e 30 kg ha⁻¹ de N, para as doses de 0, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Aos 30 DAE, antes da primeira adubação de cobertura, o IRC foi influenciado pelas doses de N do bulbilho apresentando comportamento linear para a testemunha (dose 0) e para as demais parcelas que até então haviam recebido 20 kg ha⁻¹ de N no plantio (Figura 1A). Os valores de IRC foram inferiores na testemunha quando comparada com os demais tratamentos.

Aos 50 e 90 DAE houve influência apenas das doses de N aplicadas em cobertura, com efeito quadrático, onde as doses de 170 e 350 kg ha⁻¹ de N proporcionaram os maiores índices relativos de clorofila, 68,6 e 70,7 SPAD respectivamente (Figuras 1B e 1C). Até os 50 DAE havia sido aplicada a primeira parcela da adubação nitrogenada em cobertura e aos 90 DAE os tratamentos já haviam recebido todo o N. Backes *et al.* (2008), obtiveram os maiores resultados de IRC aos 100 DAE, ao aplicar 250 kg ha⁻¹ de N. Essas diferenças se devem ao tipo de solo que foi utilizado no experimento, podendo ser observadas maiores respostas à adubação nitrogenada em solo arenoso. Lima (2005), realizando experimento em solo de mesma textura

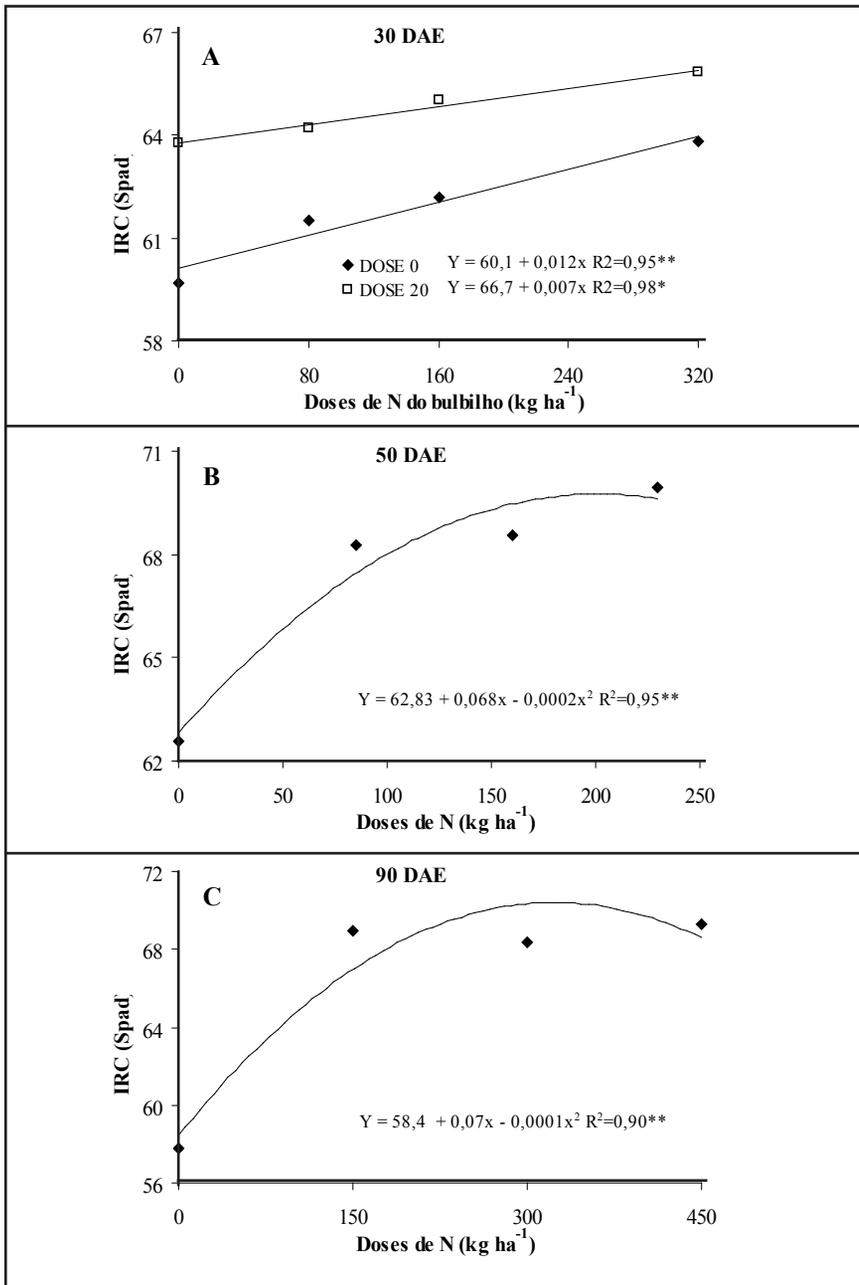


Figura 1. Índice Relativo de Clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho, aos 30 DAE (A) em função de doses de N do bulbilho, e aos 50 e 90 DAE (B e C) em função de doses de N em cobertura (relative chlorophyll index (IRC) in leaves of garlic plants 30 days after emergency (30 DAE) (A) depending on N doses of clover, and 50 and 90 DAE (B and C) depending on N doses in top dressing). São Manuel, UNESP, 2007.

(arenoso), obteve os maiores valores de intensidade de cor verde nas folhas de plantas de alho aos 100 DAE ao aplicar 360 kg ha⁻¹ de N.

A quantidade de N presente nos bulbilhos foi importante até os 30 DAE, uma vez que até esta data, não havia sido aplicado N em cobertura e as diferenças observadas na IRC foram provenientes do N contido no bulbilho. Na fase inicial

de desenvolvimento da planta de alho, é conhecido que esta se mantém com os nutrientes provenientes no bulbilho (Nakagawa, 1993). Este fato sugere que, com a utilização de bulbilhos com maior concentração de N, a adubação de plantio poderia ser suprimida.

Aos 50 DAE, os teores de N foliar aumentaram de forma linear em função das doses desse nutriente aplicado (Fi-

gura 2A), sendo que o maior teor de N na folha, 35 g kg⁻¹, foi observado na maior dose aplicada até aquela data (235 kg ha⁻¹ de N); e aos 90 DAE, embora tenha sido ajustado o modelo quadrático para a concentração de N foliar em função das doses de N, o maior valor (38 g kg⁻¹) foi atingido, de acordo com a equação, acima das doses estudadas, 525 kg ha⁻¹ de N (Figura 2A). De acordo com Raij *et al.* (1996), a faixa de suficiência de N considerada adequada à cultura do alho, apresenta valores entre 25 e 30 g kg⁻¹ de N, dessa forma os dados obtidos encontram-se acima do considerado adequado à cultura.

O máximo índice de cor observado aos 90 DAE foi atingido com uma dose abaixo da verificada na obtenção dos máximos teores de N nas folhas. Segundo Blackmer & Schepers (1995), a medição do teor de clorofila não é influenciada pelo maior consumo de N pela planta, determinado pela análise química da folha. O teor de N nos bulbos foi influenciado tanto pelas doses de N aplicadas em cobertura, quanto pelo teor inicial de N no bulbilho. Para ambas as situações a resposta foi quadrática (Figuras 2B e 2C).

A adubação excessiva de N é uma das causas do distúrbio fisiológico denominado pseudoperfilhamento, porém nenhum dos tratamentos apresentou plantas com essa anomalia. Independentemente da dose de N utilizada em cobertura, as produtividades total e comercial não foram influenciadas pelo conteúdo inicial de N no bulbilho, sendo de 8,6 e de 8,3 t ha⁻¹ respectivamente, as médias obtidas.

A produtividade total foi influenciada apenas pelas doses de N aplicadas em cobertura, apresentando comportamento quadrático (Figura 3A), a máxima produtividade estimada (10,1 t ha⁻¹) foi obtida com a dose de 325 kg ha⁻¹ de N. De maneira semelhante, a máxima produtividade comercial estimada (10 t ha⁻¹) foi obtida com a dose de 320 kg ha⁻¹ de N. Backes *et al.* (2008) obtiveram produtividade máxima de 14,25 t ha⁻¹ com a dose de 268 kg ha⁻¹ de N num solo que havia recebido adubo orgânico. Souza & Casali (1991) obtiveram aumento linear da produção de bulbos com doses crescentes de nitrogênio (7,76 t ha⁻¹ até a

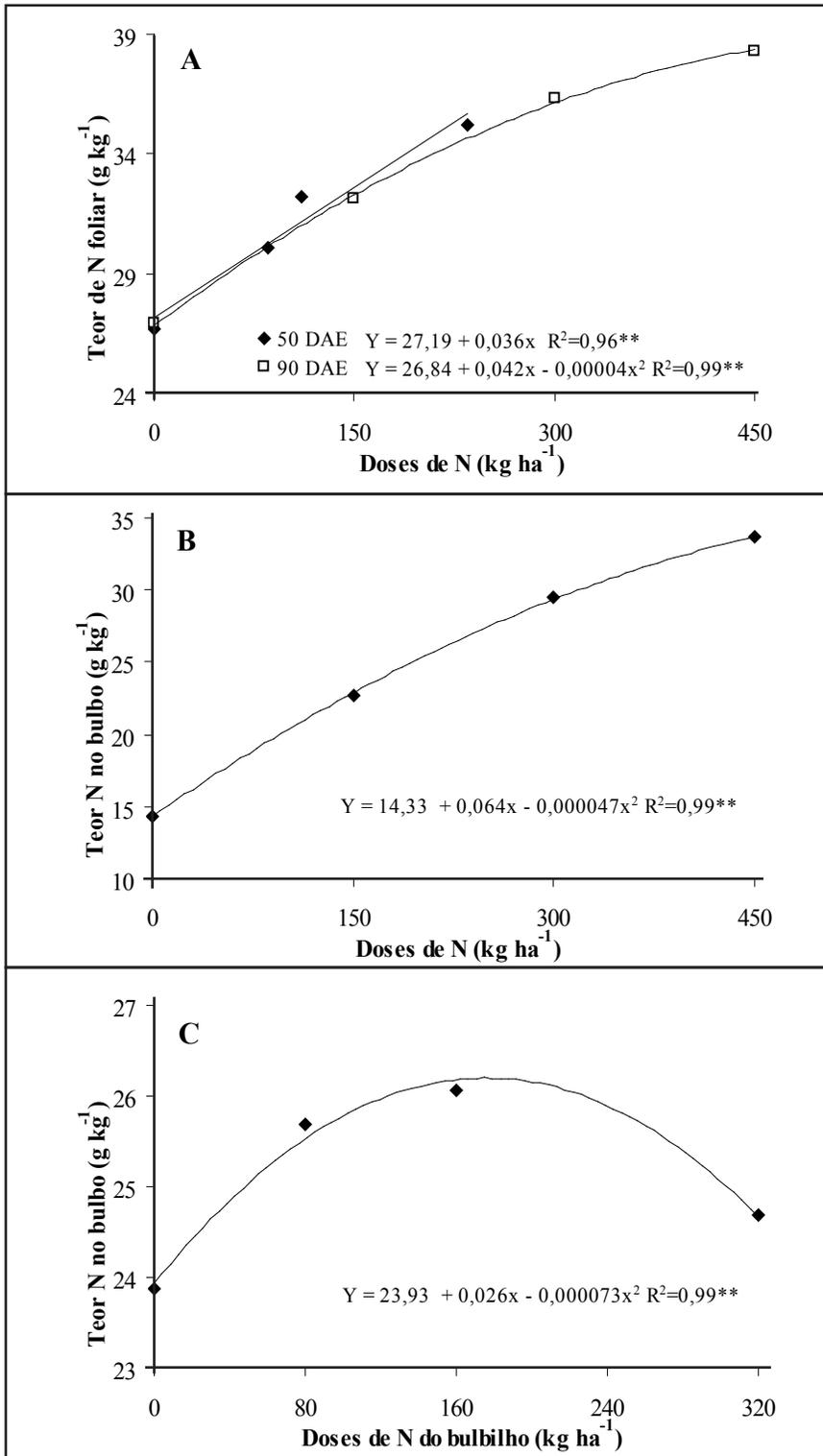


Figura 2. Teores de N em folhas de alho, em função de doses de N em cobertura aos 50 e 90 DAE (A); teores de N nos bulbos em função de doses de N em cobertura (B) e em função de doses de N do bulbilho (C) (N content in garlic leaves depending on nitrogen rates applied in top dressing 50 and 90 DAE (A); N content in bulbs depending on nitrogen doses applied in top dressing (B) and in response to the nitrogen in cloves (C)). São Manuel, UNESP, 2007.

dose de 150 kg ha⁻¹). Silva *et al.* (2000) obtiveram resposta positiva até a dose de 85 kg ha⁻¹ de N, atingindo a produ-

tividade máxima de 11,95 t ha⁻¹ para a cv. Gravatá, proveniente da cultura de meristemas.

O peso médio de bulbos ajustou-se de forma quadrática às doses de N aplicadas em cobertura atingindo 35 g com a dose de 321 kg ha⁻¹ (Figura 3B). Backes *et al.* (2008) atingiram valores semelhantes com a dose de 268 kg ha⁻¹. Souza & Casali (1991), utilizando a cv. Júreia também verificaram efeito positivo das doses de N, porém com aumento linear na massa de bulbos, alcançando massa média em torno de 30 g para a dose de 180 kg ha⁻¹. Garcia *et al.* (1994) e Resende & Souza (2001) também obtiveram aumento linear na massa média de bulbos com doses crescentes de nitrogênio (21,6 e 31,9 g com as doses de 150 e 120 kg ha⁻¹ respectivamente).

A máxima produtividade comercial e o peso médio de bulbos foram obtidos com doses de 320 e 321 kg ha⁻¹ de N, sendo essas quantidades próximas à dose que proporcionou o máximo IRC (350 kg ha⁻¹). Considerando a dificuldade de se fixar uma dose de N pelo fato de ocorrer uma variação muito grande nas respostas da cultura em relação à adubação nitrogenada, pode-se sugerir, baseado nos resultados que o clorofímetro pode ser uma ferramenta para acompanhamento sistemático da necessidade ou não de adubação.

Houve correlação positiva e significativa entre IRC e N foliar nas três épocas de amostragem (Tabela 1), sendo que o maior coeficiente de correlação foi obtido aos 50 DAE (0,82^{**}). Dados semelhantes foram obtidos por Lima (2005) que avaliou a correlação entre essas variáveis a cada 10 dias durante o ciclo da cultura que foi de 130 dias, utilizando a cultivar Caçador, e obteve maior coeficiente de correlação (0,76^{**}) aos 70 DAE.

Houve correlação positiva e significativa, também entre o teor de nitrogênio foliar e a produtividade comercial, aos 50 e 90 DAE (Tabela 1), coeficientes de correlação superiores aos obtidos por Fernandes (2008), que foram de 0,47^{**} aos 74 e 89 dias após o plantio. Backes *et al.* (2008) também verificaram correlação significativa entre a produção de bulbos e a intensidade de coloração verde das folhas ($R^2= 0,88$) e entre a produção de bulbos e o teor de N ($R^2= 0,87$).

A correlação entre as variáveis IRC

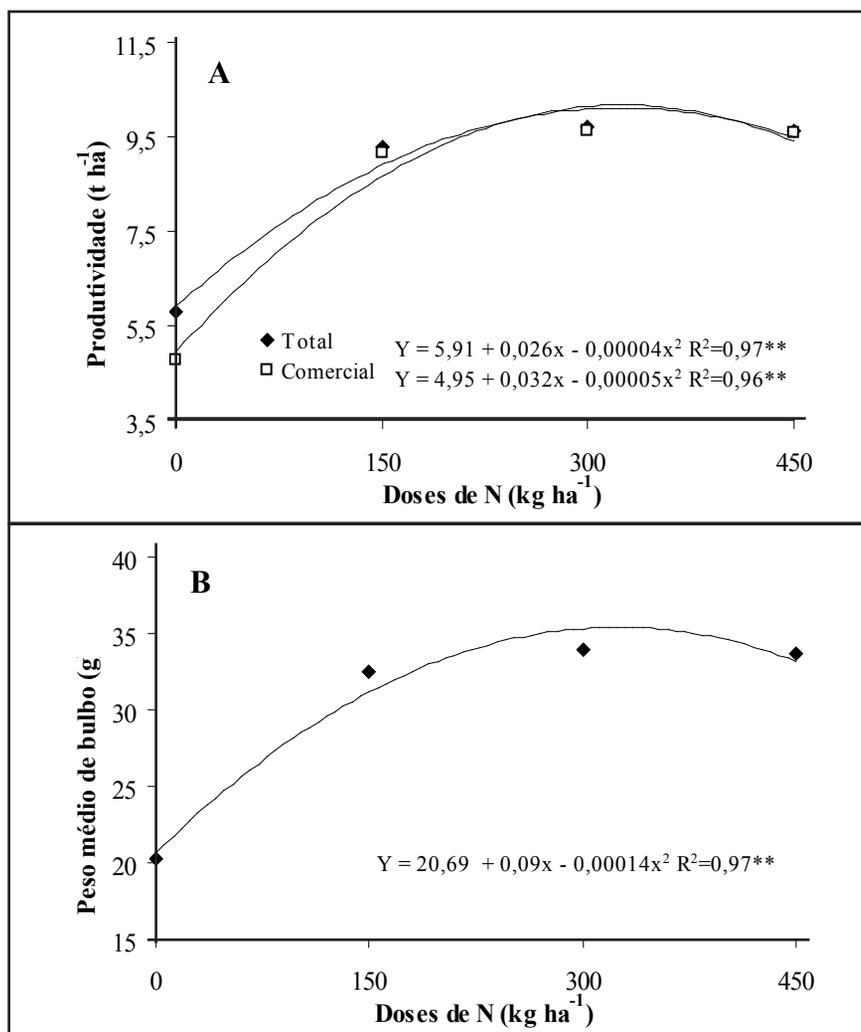


Figura 3. Produtividades total e comercial (A) e peso médio de bulbos (B), em função de doses de N em cobertura (total and marketable yield (A) and average weight of bulbs (B), in response to nitrogen rates in top dressing). São Manuel, UNESP, 2007.

Tabela 1. Coeficiente de correlação entre índice relativo de clorofila (IRC), teor de nitrogênio na folha e produtividade (coefficient of correlation between relative chlorophyll index (IRC), nitrogen concentration in leaves and marketable yield). São Manuel, UNESP, 2007.

Fatores correlacionados	Fase de amostragem	Coefficiente de correlação
IRC x N foliar	30 DAE	0,33**
	50 DAE	0,82**
	90 DAE	0,74**
IRC x Produtividade comercial	30 DAE	0,38**
	50 DAE	0,70**
	90 DAE	0,68**
N foliar x Produtividade comercial	30 DAE	ns
	50 DAE	0,72**
	90 DAE	0,63**

ns: não significativo; **: significativo a 1% pela correlação de Pearson (ns: not significant, **: 1% significant by Pearson correlation).

e produtividade possibilita a estimativa de IRC. Neste experimento, a correlação da produtividade em função das leituras foi positiva e significativa nas três épocas de amostragem (Tabela 1) e o maior coeficiente de correlação foi de 0,70** aos 50 DAE.

Pode-se concluir que, nas condições deste experimento, o conteúdo de N presente no bulbilho influenciou os valores de IRC até os 30 DAE, não interferindo, porém na produtividade dos bulbos. As doses de N aplicadas em cobertura proporcionaram aumento nos valores de IRC, na produtividade e no peso médio de bulbos.

AGRADECIMENTOS

A autora Lucilene JC Fernandes agradece o apoio financeiro recebido da CAPES para condução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BACKES C; LIMA CP; GODOY JLG; VILLAS BÔAS RL; IMAIZUMI I. 2008. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em resposta à adubação nitrogenada. *Bragantia* 67: 491-498.
- BLACKMER TM; SCHEPERS JS. 1995. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *Journal of Production Agriculture* 8: 56-60.
- COSTA TMP; SOUZA JR; SILVA AM. 1993. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Jurêia. *Ciência e Prática* 7: 239-246.
- EMBRAPA. 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informações. 61p.
- FERNANDES LJC. 2008. *Resposta a nitrogênio por plantas de alho livres de vírus*. Botucatu: UNESP-FCA. 72p (Dissertação mestrado).
- FERREIRA DF. 2003. *Sisvar versão 4.2*. Lavras: UFLA.
- FILGUEIRA FAR. 2000. *Novo manual de olericultura*. Viçosa: UFV. 402p.
- GARCIA DC; DETTMANN LA; BARNI V; LOPES SJ. 1994. Efeito de níveis de nitrogênio no rendimento de alho. *Ciência Rural* 24: 299-302.
- GODOY JLG; VILLAS BÔAS, RL; BÜLL LT. 2003. Utilização de medida de clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27: 1049-1056.
- LIMA CP. 2005. *Medidor de clorofila na avaliação de nutrição nitrogenada na cultura do alho vernalizado*. Botucatu: UNESP-FCA. 95p (Dissertação mestrado).
- MAGALHÃES JR. 1986. Nutrição mineral do alho. *Informe Agropecuário* 12: 20-30.
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA.

1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS. 317p.
- NAKAGAWA J. 1993. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA ME; CASTELLANE PD; CRUZ MCP. *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: POTAFOS. p. 341-380.
- RAIJ B; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. 1996. *Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto agrônomo/Fundação IAC, 285p.
- RESENDE GM; SOUZA RJ. 2001. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. *Horticultura Brasileira* 19: 126-129.
- SILVA EC; MACHADO AS; SOUZA RJ; CALDERÓN JFT. 2000. Efeito de doses de potássio (cloreto de potássio) e nitrogênio (sulfato de amônio) em alho proveniente de cultura de tecidos. *Ciência Agrotecnologia* 24: 917-923.
- SOUZA RJ; CASALI VWD. 1991. Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.). *Ciência e Prática* 15: 69-78.
- SYSTAT SOFTWARE. 2009, 10 de janeiro. *Systat*: programas Sigmaplot e Sigmastat. Disponível em: <http://www.systat.com>
- VILLAS BÔAS RL; GODOY LJG; VERZIGNASSI JR; KUROSAWA C. 2003. Teor de clorofila e de nitrogênio estimados pelo clorofilômetro nas folhas de plantas de alho. *Horticultura Brasileira* 21: 354-360.
-