

NOTA CIENTÍFICA

CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO ALHO SOB CONDIÇÕES DE CAMPO

CURVE OF GROWTH AND UPTAKE FOR THE GARLIC CROP UNDER FIELD CONDITIONS

Fabírcia Flávia ANDRIOLI¹
Renato de Mello PRADO²
Itamar ANDRIOLI²
Ligia Pecoriello SAES¹

RESUMO

O conhecimento da marcha de absorção de nutrientes para a cultura do alho em condições de campo é importante para o manejo adequado da adubação da cultura. Assim, o trabalho objetivou avaliar a curva de crescimento e a marcha de absorção de nutrientes pela cultura do alho cv. Roxo Pérola de Caçador, obtido via cultura de meristema livre de vírus. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Foram utilizadas seis coletas de plantas de alho, cultivada em condições de campo, no município de Pitangueiras-SP. Nas coletas, avaliou-se a produção de massa seca de raiz, folhas e bulbos das plantas e o acúmulo de nutrientes, a cada 15 dias, iniciando aos 30 dias até 105 dias após o plantio (DAP). Houve predomínio no acúmulo de massa seca de folhas durante 75 DAP e até o final do ciclo, predominou o acúmulo de massa seca de bulbos. A cultura do alho apresentou a máxima absorção dos nutrientes no período de 75 a 90 DAP, exceto o P, Ca e Zn que apresentaram maior absorção após esse período. A exigência nutricional da cultura do alho, obedeceu a seguinte ordem decrescente: N, K, Ca, P, S, Mg, Fe, Zn, Mn, B e Cu.

Palavras-chave: *Allium sativum* L., acúmulo de nutrientes, estado nutricional, curva de crescimento.

ABSTRACT

The knowledge of the nutrients uptake for the garlic crop in field conditions is important for the adequate handling of the fertilization of the culture. Thus, the work was objectified to evaluate the curve of growth and the nutrients uptake for the of the garlic, cv. Roxo Pérola de Caçador, gotten way culture of meristema it exempts of virus. The experiment was arranged in a completely randomized design with three replications. Six collections of plants of garlic, cultivated in field conditions had been used, in the city of Pitangueiras-SP. In the collections, it was evaluated production of dry mass of root, leaf and bulbs of the plants and the accumulation of nutrients, to each 15 days, initiating to the 30 days up to 105 days after the plantation (DAP). The plantation after had a predominance in the accumulation of dry leaf mass during 75 days and after that in the end of the cycle the accumulation of dry mass of bulbs even predominated. The garlic crop after presented the maximum absorption of the nutrients in the period of 75 the 90 DAP, except the P, Ca and Zn that greater had after absorption this period. The nutritional requirement of the garlic crop, obeyed the following decreasing order: N, K, Ca, P, S, Mg, Fe, Zn, Mn, B and Cu.

Key-words: *Allium sativum* L., accumulation of the nutrients, nutritional requirement, growth curve.

¹ Engenheira Agrônoma, Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Jaboticabal. Via de Acesso Paulo D. Castellane, s/n., 14884-9000, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor do Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (Unesp). E-mail: rmpado@fcav.unesp.br. Autor para correspondência.

INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Produção e Abastecimento do Alho (PLANALHO) do governo federal permitiu, no final da década de 70, a diversificação, expansão e melhoria da qualidade do alho (CAMARGO FILHO et al., 1999). Atualmente, a produção brasileira do alho é ainda, relativamente baixa, quando comparada aos outros países como Argentina e China. No Brasil, a produção e a área cultivada com a cultura do alho, no ano de 2001, foi de 102,2 mil t e 14,2 mil ha, respectivamente, destacando-se os Estados do Rio Grande do Sul (25,7 mil t e 4,3 mil ha) e de Minas Gerais (20,4 mil t e 2,5 mil ha) (IBGE, 2007). Nos últimos cinco anos, apenas no CEAGESP, o volume médio de alho, comercializado variou de 783 a 1155 mil toneladas por mês (AGRIANUAL, 2007).

Para expandir a produção do alho o atendimento adequado da exigência nutricional da cultura é importante. O nitrogênio, potássio e fósforo têm mostrado efeitos significativos na altura da planta, no número de folhas e de bulbilhos, tamanho do bulbo e na produtividade (SOUZA e CASALLI, 1986). Alguns fatores podem influenciar os efeitos dos nutrientes no crescimento e na produtividade da cultura do alho, como as doses e modos de aplicação (BULL et al., 2004). A adubação adequada para a cultura do alho, visa uma dose suficiente para atingir alta produção, evitando excesso de nutrientes que poderá induzir distúrbios na cultura, a exemplo do pseudoperfilhamento, um dos maiores problemas da cultura (NAKAGAWA, 1993; FILGUEIRA, 2000) e até aumento da incidência de doenças como as viroses (RESENDE et al., 2000). Com relação ao pseudoperfilhamento, há indicações de que a elevada absorção de nitrogênio é um dos principais fatores que contribuem para a ocorrência desse distúrbio na cultura do alho (BULL et al., 2002) que é agravado com aplicação tardia de N na época da diferenciação do bulbo (RESENDE e SOUZA, 2001).

Outro importante fator de produção para a cultura do alho, é a definição adequada da época da aplicação dos nutrientes para atender com precisão a exigência nutricional da cultura ao longo do ciclo de crescimento. A absorção de nitrogênio e potássio pela cultura do alho acompanha o crescimento e o desenvolvimento da cultura, intensificando durante o período de bulbificação (SILVA et al., 1970; ZINK, 1963). Neste sentido, o parcelamento do nitrogênio e do potássio em cobertura na cultura do alho, em duas vezes (45 e 65 dias ou 60 e 80 dias após o plantio) resultaram em bulbos com maior diâmetro (CORREA et al., 2003). Assim, TRANI et al. (1997), indicam o parcelamento do nitrogênio e do potássio na cultura do alho "nobre vernalizado" aos 30 e 50 dias após a brotação.

Para definição adequada da época de aplicação dos nutrientes para a cultura do alho é importante o conhecimento da marcha de absorção de nutrientes, sob condições de campo. Na literatura os trabalhos sobre a marcha de absorção para

cultura do alho são restritos a cultivar Lavínia (OLIVEIRA et al., 1971; SILVA et al., 1981) e Gigante Roxão (RESENDE et al., 1999) e um trabalho com cultivar Roxo Pérola de Caçador (LISBÃO et al., 1991).

Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a curva de crescimento e a marcha de absorção de nutrientes pela cultura do alho cv. Roxo Pérola de Caçador cultivada em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em campo no município de Pitangueiras-SP (latitude 21°0'33" S e longitude 48°13'18"W), de abril a agosto de 2005, em um Latossolo Vermelho distrófico, textura média. O clone da cultivar Roxo Pérola de Caçador foi obtido por micropropagação in vitro via cultura de ápices caulinares, visando obtenção de plantas livres de vírus, e multiplicado em condições de campo.

O plantio da cultura do alho foi realizado em 04 de maio de 2005, em canteiros de seis linhas, no espaçamento de 40 cm entre linhas e 10 cm entre plantas. Para a adubação da cultura seguiu-se a indicação de TRANI et al. (1997), com base na análise química do solo, aplicando-se no plantio o nitrogênio (20 kg N ha⁻¹), na forma de uréia, o fósforo (240 kg P₂O₅ ha⁻¹), na forma de superfosfato simples e o potássio (80 kg K₂O ha⁻¹), na forma de cloreto de potássio, e em cobertura 40 kg N ha⁻¹ e 40 kg K₂O ha⁻¹, parceladas aos 30 e 50 dias após a brotação. Além disso, utilizou-se composto orgânico, com 15 t ha⁻¹ de esterco de aves.

Realizou-se a irrigação, aplicando-se lâmina próximo de 5 mm diários até 15 DAP, e superior a 10 mm diários até 60 DAP, nos quatorze dias seguintes, a irrigação foi interrompida temporariamente, para formação adequada dos bulbilhos e mantendo baixo o superbrotamento inferior a 5%. A irrigação foi mantida constante, evitando qualquer nível de estresse hídrico às plantas, mantendo teor de água disponível no solo maior que 60% da capacidade de retenção.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. As seis coletas das plantas foram realizadas a cada 15 dias, iniciando aos 30 DAP, até 105 DAP. Em cada coleta, foram amostradas cinco plantas. Para isso, coletou-se a parte aérea das plantas, cortando as mesmas rente ao solo e em seguida fez-se uma trincheira perpendicular às plantas (40 cm de largura e 30 cm de profundidade), coletando-se a massa de solo e com o devido peneiramento, obteve-se as raízes. No laboratório, as plantas foram separadas em folhas, bulbos e raiz para em seguida serem lavadas e secas à temperatura 65 a 70 °C, em estufa de circulação de ar forçada. Em seguida, obteve-se a produção de massa seca de raiz, folhas e bulbos das plantas e determinou-se os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) nesses diferentes órgãos, conforme método descrito por

BATAGLIA et al. (1983), onde os teores de nitrogênio total das amostras foram determinados pelo método micro Kjeldahl. E no extrato, obtido por digestão nitroperclórica, foram determinados os teores de P, por colorimetria, os teores de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica; os de S total, por turbidimetria. O B foi extraído por incineração e determinado por colometria de curmumina.

Com base na massa seca e no teor de nutrientes nos diferentes órgãos das plantas, calculou-se o acúmulo dos macronutrientes (em kg ha⁻¹) e dos micronutrientes (em g ha⁻¹).

Em todos os resultados, foram realizadas análises de variância (teste F) para as diversas características estudadas e a regressão para o tempo de cultivo, utilizando o software do sistema SAS (Statistical Analysis System) (SAS INSTITUTE, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Acúmulo de massa seca da cultura do alho

Para todas as variáveis da massa seca (raiz, folha, bulbo e planta inteira), observou-se diferenças significativas ($p < 0,01$) em função dos tratamentos (Figura 1). Pode-se observar, também, que o incremento significativo dos parâmetros avaliados ocorreu já a partir da primeira avaliação, mostrando, assim, a adequada distribuição das coletas e o crescimento vigoroso das plantas. Possivelmente, este fato é consequência da vernalização, pois RESENDE et al. (2000), trabalhando com o alho não vernalizado, observaram-se que o acúmulo inicial de massa seca e nutrientes foi bastante lento.

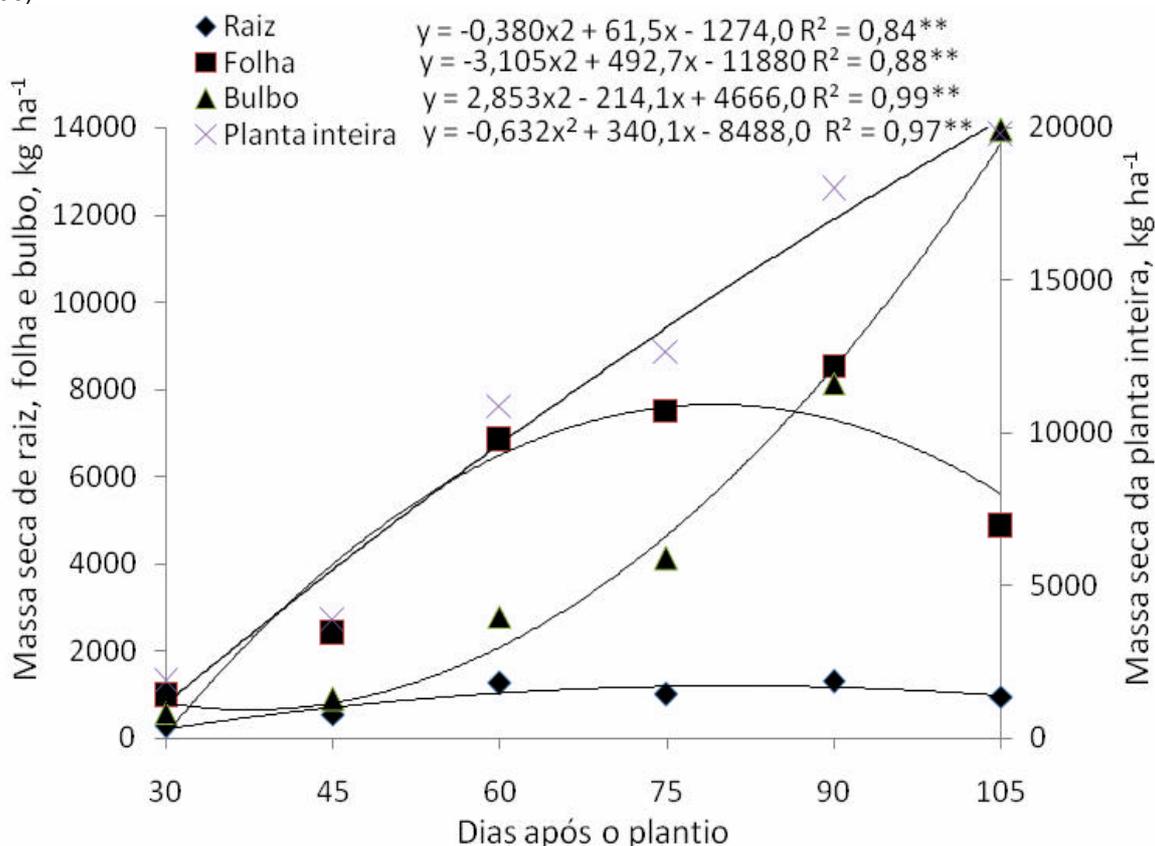


FIGURA 1 – Acúmulo de massa seca de raiz, de folha, de bulbo e da planta inteira ao longo do cultivo da cultura do alho.

Observou-se que o máximo acúmulo de massa seca das folhas ocorreu já próximo aos 80 DAP, e das raízes aos 90 DAP, ao passo que o acúmulo de massa seca de bulbos e da planta inteira ocorreu na fase final do ciclo da cultura (Figura 1).

Na fase inicial de crescimento da cultura do alho (até 75 DAP), as folhas representam mais da metade da massa seca da planta (53 a 59%). Nesta fase, a planta carrega seus metabólitos visando mais a produção de biomassa de folhas, possivelmente

para incrementar a área foliar e a taxa fotossintética com reflexo na biomassa da planta inteira; HAYNES (1980) relatou a alta correlação do índice de área foliar e a produção de massa seca. Na fase final do ciclo da cultura (aos 105 DAP), a massa seca dos bulbos representou maior parte do total de massa seca acumulada pela planta (bulbo: 71%; folha: 25% e raiz: 5%). Este fato ocorreu porque os drenos de assimilados referência foram os bulbos, resultando em maior acúmulo de massa seca, pois as raízes e

as folhas não apresentaram alta capacidade mobilizadora de assimilados.

micronutrientes (Figura 3), das raízes, folhas, bulbos e da planta inteira, sendo os maiores acúmulos observados após 75 DAP da cultura para todas as variáveis estudadas, à exceção do acúmulo de Cu no bulbo que não apresentou ajuste significativo ($y = -0,005x^2 + 0,780x - 21,08$, $R^2 = 0,31^{ns}$).

b) Acúmulo de nutrientes

Com o tempo de cultivo, ocorreram diferenças no acúmulo de macro (Figura 2) e de

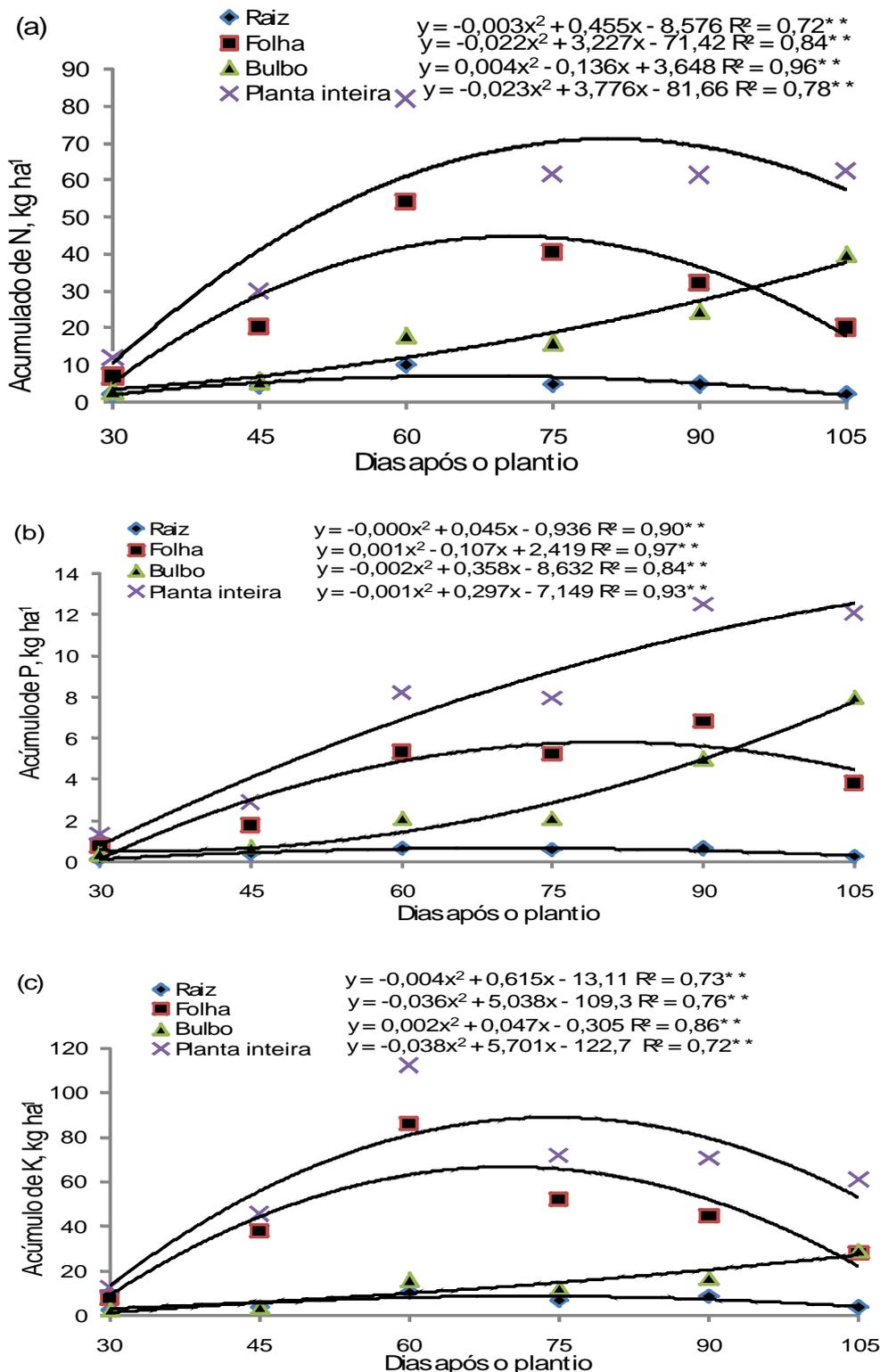


FIGURA 2 – (PARTE) Acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca(d), Mg(e) e S (f) da raiz, da folha, do bulbo e da planta inteira ao longo do cultivo da cultura do alho.

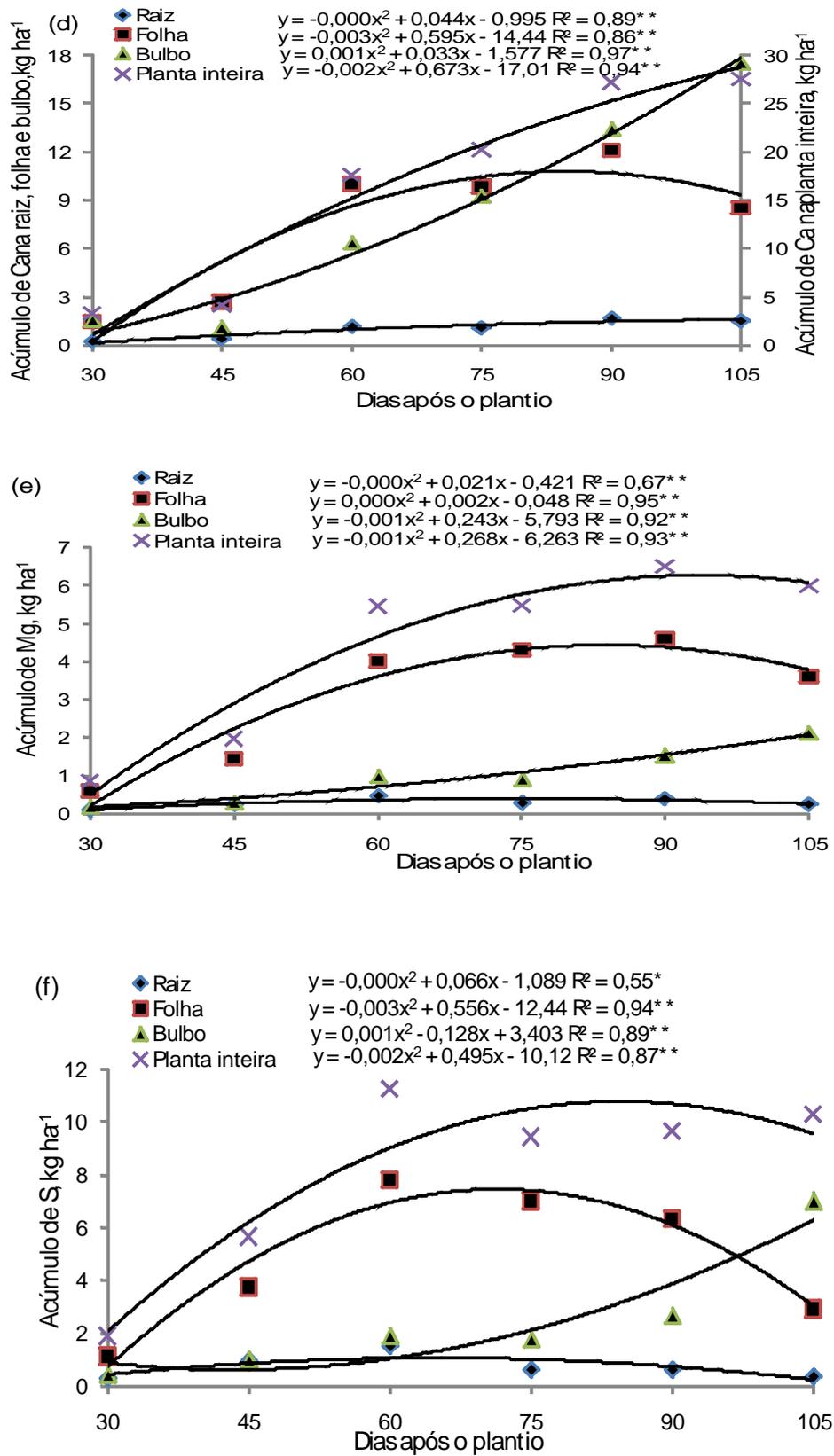


FIGURA 2 – (CONTINUAÇÃO) Acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca(d), Mg(e) e S (f) da raiz, da folha, do bulbo e da planta inteira ao longo do cultivo da cultura do alho.

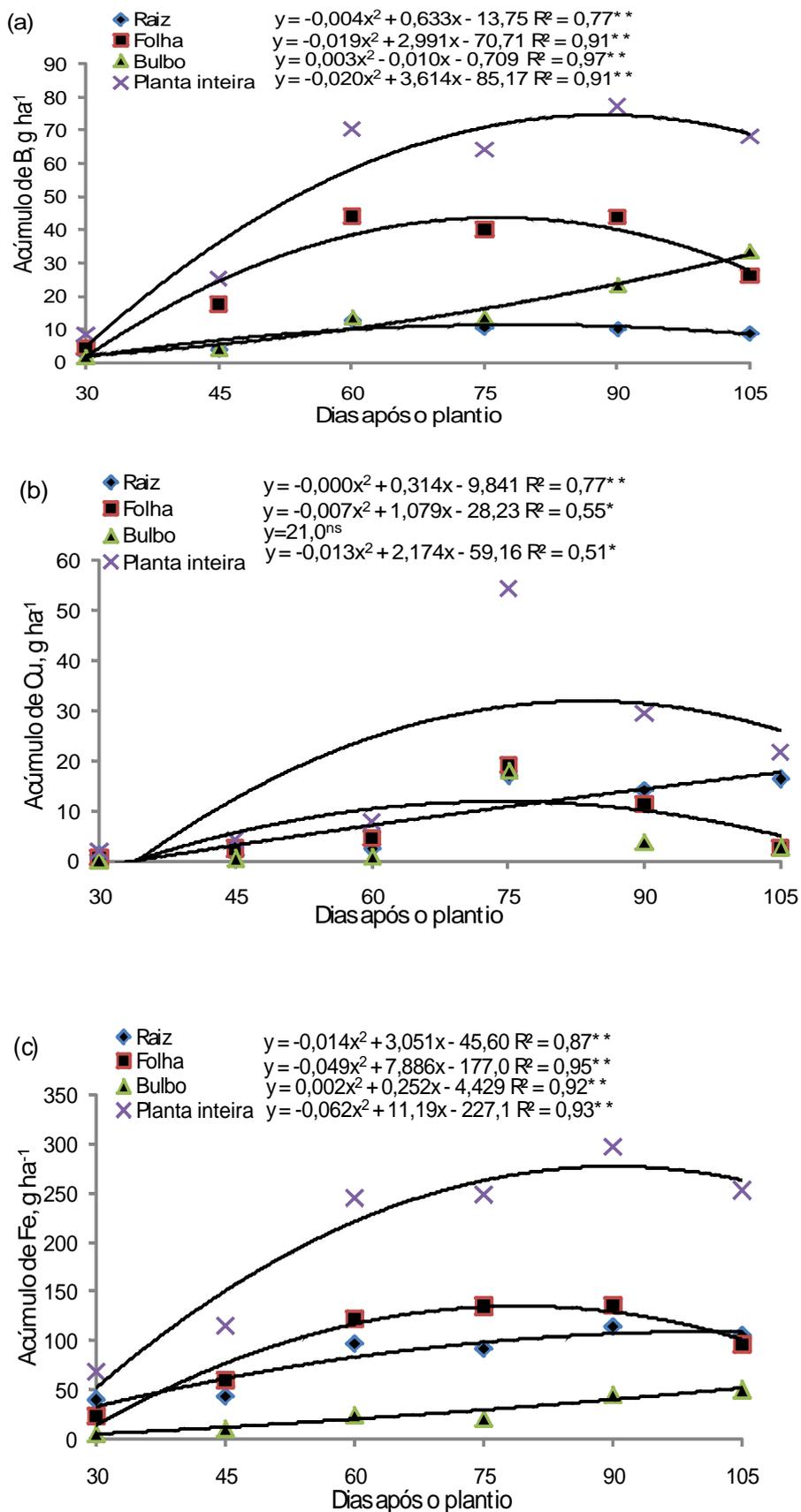


FIGURA 3 – (PARTE) Acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) da raiz, da folha, do bulbo e da planta inteira ao longo do cultivo da cultura do alho.

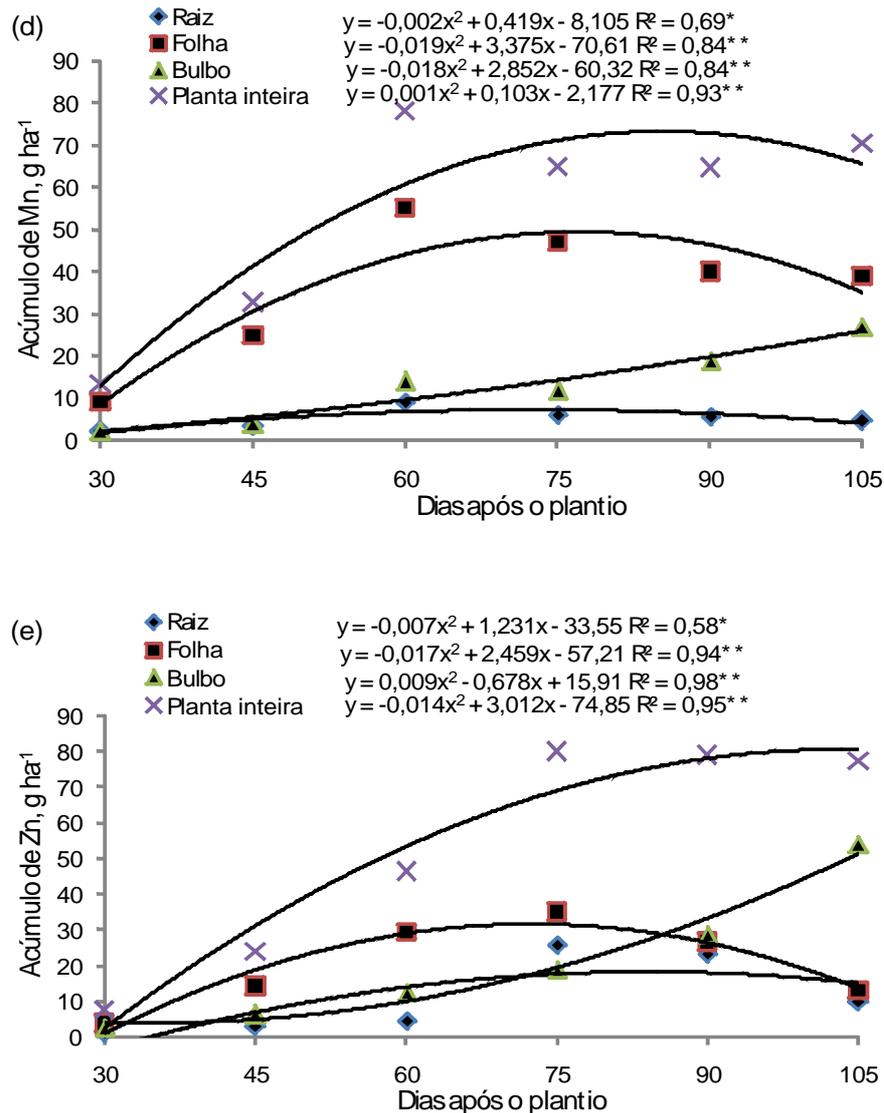


FIGURA 3 – (CONTINUAÇÃO) Acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn(d) e Zn (e) da raiz, da folha, do bulbo e da planta inteira ao longo do cultivo da cultura do alho.

Nota-se que o acúmulo de nutrientes pelas plantas de alho concentrou mais nas folhas que nos bulbos, até 80-85 DAP para o Ca (Figura 2d), o Cu (Figura 3b) e o Zn (Figura 3e) e após esse período para os demais nutrientes, exceto para o Mg e o Mn que sempre teve maior acúmulo nas folhas durante todo o ciclo da cultura. Esse maior acúmulo de nutrientes nos bulbos após o período de 80 DAP, deve-se a maior intensificação da bulbificação da cultura, visto que a massa seca de bulbos ultrapassa a das folhas após esse período (Figura 1).

Observou-se que para o acúmulo dos macronutrientes, apenas o potássio atingiu a máxima absorção mais precocemente, aos 75 DAP (Figura 2c), ao passo que o N (Figura 2a), S (Figura 2f) e Mg (Figura 2e) aos 80 a 90 DAP, e o P (Figura 2b) e o Ca (Figura 2d), no final do ciclo de produção

da cultura. SILVA et al. (1981), observaram que o crescimento da cultura do alho cv. Lavínia intensifica a partir de 60 dias após o plantio, assim, como a absorção de macronutrientes.

Observou-se que para o acúmulo dos micronutrientes, apenas o cobre e o manganês atingiram a máxima absorção, precocemente, aos 80 DAP (Figura 3b, d), ao passo que o B (Figura 3a) e o Fe (Figura 3c) aos 90 DAP, e o Zn (Figura 3e) no final do ciclo de produção da cultura. Esses resultados discordam de SILVA et al. (1981) que relataram que a absorção de micronutrientes é constante ao longo do ciclo da cultura do alho cv. Lavínia. Essa diferença possivelmente deve-se as condições edafoclimáticas e de genótipos distintos. No presente experimento, tratar-se de plantas livres de vírus, o que pode alterar consideravelmente o ciclo e metabolismo da cultura.

O acúmulo de nutrientes da cultura do alho, aos 105 DAP foi de: 62,4; 61,0; 27,6; 12,1; 10,3 e 6,0 (kg ha⁻¹), 252,9; 77,2; 70,6; 68,1 e 21,7 (g ha⁻¹) para N, K, Ca, P, S e Mg, Fe, Zn, Mn, B e Cu, respectivamente. Observa-se que os macronutrientes N, K e o Ca são os mais absorvidos pela cultura do alho, o que concorda com os resultados obtidos por SILVA et al. (1981), RESENDE et al. (1999) e também por OLIVEIRA et al. (1971) todos com a cultura do alho cv. Lavínia, exceto RESENDE et al. (1999) que foi cv. Gigante Roxão multiplicadas de forma convencional. Entretanto, outro autor indica que o nutriente mais absorvido pela cultura do alho é o potássio (FILGUEIRA, 2000), fato também observado por RESENDE et al. (1999), em plantas de alho multiplicado a partir da cultura de tecido. Para os micronutrientes, notou-se que o Fe, Mn e Zn, foram os mais absorvidos pela cultura do alho, o que concorda com FURLANI et al. (1978) que trabalharam com a cv. Lavínia, entretanto, discorda de RESENDE et al. (1999) que obtiveram o Fe, B e Zn na cv. Gigante Roxão.

As diferenças na absorção de nutrientes pelas cultivares de alho podem ser influenciadas pela duração do ciclo de produção, que é afetado pelo genótipo e pelo ambiente. CARVALHO (1975) observou que os fotoperíodos mais longos antecipam o início de formação dos bulbos, reduzindo o ciclo da cultura.

Nota-se que a absorção máxima de N atingiu próximo aos 80 DAP (Figura 2a). Esse fato, também foi obtido por RESENDE et al. (2000), que explicam que nessa época a parte aérea das plantas encontra-se em pleno crescimento, havendo correlação entre a altura da planta e o N acumulado na parte aérea das plantas de alho.

De forma geral, o comportamento quadrático de acúmulo de massa seca da parte aérea indica uma remobilização de parte de seus nutrientes e também de biomassa para o bulbo. Soma-se a isto o fato das perdas de nutrientes ao longo do ciclo pode ocorrer pela senescência e queda de folhas e também pelas raízes através de trocas de íons.

CONCLUSÕES

Houve predomínio no acúmulo de massa seca de folhas durante 75 DAP e em seguida, até o final do ciclo, predominou o acúmulo de massa seca de bulbos.

A cultura do alho apresentou a máxima absorção dos nutrientes no período de 75 a 90 DAP, exceto o P, Ca e Zn que teve maior absorção após esse período.

A exigência nutricional da cultura do alho obedeceu a seguinte ordem decrescente: N, K, Ca, P, S, Mg, Fe, Zn, Mn, B e Cu.

REFERÊNCIAS

1. AGRIANUAL : **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2007.
2. 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. 48 p. (Boletim técnico, 78)
3. BULL, L. T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BOAS, R. L., FERNANDES, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, v. 61, n. 3, p. 247-255, 2002.
4. BULL, L. T.; COSTA, M. C. G.; NOVELLO, A.; FERNANDES, F. M.; VILLAS BOAS, R. L. Doses e modos de aplicação de fósforo em cultivo de alho vernalizado. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 5, p. 516-521, 2004.
5. CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Concorrência da China e Argentina no mercado brasileiro de alho. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 10, p. 63-70, 1999.
6. CARVALHO, C. G. S. **Efeito de diferentes fotoperíodos na bulbificação e crescimento de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.)**. 43 p. Dissertação (Dissertação em Fitotecnia). – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1975.
7. CORREA, T. M.; PALUDO, S. K.; RESENDE, F. V., OLIVEIRA, P. S. R. Adubação química e cobertura morta em alho proveniente de cultura de tecidos. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 601-604, 2003.
8. FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
9. FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C.; HIROCE, R.; GALLO, J. R.; BERNARDI, J. B.; FORNASIER, J. B.; CAMPOS, H. R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, v. 37, p. 33-44, 1978.
10. HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass-legume association. **Advances in Agronomy**, v. 33, p. 227-261, 1980.
11. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>>. Acesso em: maio/2007.
12. LISBÃO, R. S.; TRANI, P. E., HIROCE, R.; FORNASIER, J. B. Crescimento e absorção de nutrientes pelo alho (*Allium sativum* L.), Roxo Pérola de Caçador, cultivado em condições de campo. **Revista de Agricultura**, v. 66, n. 3, p. 271-295, 1991.
13. 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: POTAFÓS, 1993. p. 341-380.
14. OLIVEIRA, G. G.; FERNANDES, P. D.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XIII. Extração dos macronutrientes pelas hortaliças. **O Solo**, v. 63, p.7-12, 1971.

15. RESENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R. J. de; SILVA, V. S. Acúmulo de matéria seca e exigências nutricionais de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 17 n. 3, p. 220-226, 1999.
16. RESENDE, F. V.; OLIVEIRA, P. S. R. de; SOUZA, R. J. de. Crescimento, produção e absorção de nitrogênio do alho proveniente de cultura de tecidos, cultivado com doses elevadas de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 31-36, 2000.
17. RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais do alho. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 126-129, 2001.
18. SAS INSTITUTE – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **The SAS-system for windows**: release 6.11 (software). Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996.
19. SILVA, N.; OLIVEIRA, G. D.; VASCONCELLOS, E. F. C.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. (Ed.) **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p. 241-256.
20. SILVA, N.; OLIVEIRA, G. D.; VASCONCELOS, E. F. P.; HAAG, H. P. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. **O Solo**, v. 62, n. 1, p. 8-17, 1970.
21. SOUZA, R. J.; CASALI, V. W. D. Pseudoperfilamento - uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 142, p. 36-40, 1986.
22. TRANI, P. E.; TAVARES, M.; SIQUEIRA, W. J. Alho. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 170 p. (Boletim técnico, 100).
23. ZINK, K. F. W. Rate of growth and nutrient uptake and nutrient absorption of late garlic. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, v. 83, p. 579-584, 1963.

Recebido em 08/02/2008
Aceito em 29/04/2008

