

# SEÇÃO IV - FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

## EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO E NA PRODUÇÃO DE ALHO PROVENIENTE DE CULTURA DE TECIDOS E DE MULTIPLICAÇÃO CONVENCIONAL<sup>(1)</sup>

F. V. RESENDE<sup>(2)</sup>, V. FAQUIN<sup>(3)</sup> & R. J. SOUZA<sup>(4)</sup>

### RESUMO

Estudaram-se os efeitos de doses de nitrogênio sobre o crescimento e produção de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. O experimento foi realizado no campo experimental do Setor de Olericultura da UFLA, em Lavras, MG. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5. Os tratamentos foram compostos por plantas provenientes de duas formas de multiplicação (cultura de tecidos e convencional) e cinco doses de nitrogênio (0, 35, 70, 105 e 140 kg ha<sup>-1</sup>). A altura e a produção de matéria seca das plantas foram avaliadas aos 30, 50, 70, 90, 110, 130 e 150 dias do plantio e a produção total e comercial de bulbos no final do ciclo. Os resultados demonstraram grande diferença de resposta à adubação nitrogenada entre as formas de multiplicação. Foram verificadas respostas significativas à adubação nitrogenada aos 90, 110 e 130 dias, para ambas as formas de multiplicação, épocas em que o crescimento da planta e do bulbo é intenso. Em plantas provenientes de cultura de tecidos, a altura das plantas aumentou com as doses de nitrogênio, enquanto plantas obtidas pelo método convencional demonstraram pontos máximos de resposta em 92, 116 e 137 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente aos 90, 110 e 130 dias do plantio. Doses de 122 e 107 kg ha<sup>-1</sup> de N, nas plantas de cultura de tecidos, e 119 e 102 kg ha<sup>-1</sup>, nas convencionais, proporcionaram o máximo acúmulo de matéria seca aos 90 e 110 dias, respectivamente. Aos 130 dias, a produção de matéria seca aumentou linearmente nas duas formas de multiplicação em razão do intenso processo de bulbificação neste período. As plantas de cultura de tecidos apresentaram resposta linear positiva às doses de nitrogênio para produção de bulbos e nas convencionais a produção aumentou até 117 kg ha<sup>-1</sup>. As plantas provenientes de cultura de tecidos apresentaram aproximadamente o dobro da produção de matéria seca e de bulbos nas doses de N que proporcionaram a máxima resposta nas plantas convencionais.

**Termos para indexação: cultura de tecidos, nitrogênio, *Allium sativum* L., multiplicação convencional, produção de bulbos de alho.**

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Lavras - UFLA. Recebido para publicação em setembro de 1998 e aprovado em janeiro de 2000.

<sup>(2)</sup> Professor da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Marília - UNIMAR, Caixa Postal 554, CEP 17525-902 Marília (SP). E-mail: fresende-ca@unimar.br

<sup>(3)</sup> Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista do CNPq.

<sup>(4)</sup> Professor Titular do Departamento de Agricultura, UFLA. Bolsista do CNPq.

**SUMMARY:** *EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON GROWTH AND YIELD OF GARLIC PLANTS GROWN FROM TISSUE CULTURE AND CONVENTIONAL PROPAGATION*

*The effect of nitrogen levels on the growth and yield of garlic plants grown from tissue culture and conventional propagation. The trial was conducted at an experimental field of the Plant Science Department/UFLA, Lavras, MG, Brazil. A complete randomized block design in a factorial scheme with four replications was used. Plants originated from two propagation methods-tissue culture and conventional and five levels of nitrogen fertilizer - 0, 35, 70, 105 and 140 kg ha<sup>-1</sup> were applied during the treatments. Plant height and dry matter production were evaluated at 30, 50, 70, 90, 110, 130 and 150 days after planting. Total and commercial yields were evaluated after harvest. Results indicated significantly different responses to nitrogen fertilizer. Also, effects of nitrogen application were observed only between 90, 110 and 130 days after planting, for both multiplication forms, when the development of shoots and bulbs is intensive. In tissue culture plants, height increased with nitrogen levels, while conventional plants showed maximum height at 92, 116 and 137 kg ha<sup>-1</sup> of N, 90, 110 and 130 days after plantation, respectively. Doses of 122 and 107 kg ha<sup>-1</sup> of N on tissue culture plants and 119 and 102 kg ha<sup>-1</sup> on conventional ones provided the maximum dry matter accumulation at 90 and 110 days, respectively. At 130 days, dry matter accumulation increased with nitrogen doses for two multiplication forms caused by intense bulbification process during this period. The tissue culture plants presented linear response, increasing bulb yield with nitrogen doses and the conventional ones increased yield up to 117 kg ha<sup>-1</sup>. Tissue culture plants showed nearly twice as great dry matter and bulb yields when the same N levels were used, providing maximum responses for the conventional ones.*

*Index terms: tissue culture, nitrogen, Allium sativum L., conventional propagation, garlic bulb yield.*

## INTRODUÇÃO

O nitrogênio tem sido, entre os nutrientes, o mais estudado na cultura do alho, dada sua peculiar importância na produção e qualidade dessa olerícola. Juntamente com o potássio, são os nutrientes mais exigidos pela cultura. Para uma população de 333.333 plantas ha<sup>-1</sup>, o alho chega a acumular 121,9 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 110,6 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (Silva et al., 1970).

Em alguns casos, tem-se verificado na literatura estrangeira uma elevada capacidade de resposta da cultura a altos níveis de N. Citam-se aumentos de produtividade e tamanho de bulbo utilizando 256 (Sotomayor, 1975), 210 (Minardi, 1978) e até 360 kg ha<sup>-1</sup> de N (Maksoud et al., 1984). Entretanto, no Brasil o fornecimento de nitrogênio para a cultura se dá em níveis bem mais baixos, tanto pela ausência de resposta a doses elevadas, quanto pela sensibilidade da planta ao excesso desse nutriente (Magalhães, 1986). Assim, foram encontradas respostas significativas para dosagens de 50 (Alvarenga & Santos, 1982), 75 (Ferrari & Churata-Masca, 1975) e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (Menezes Sobrinho et al., 1974).

Recentemente, tem havido grande interesse pelas relações entre os aspectos nutricionais da planta e a

incidência de doenças, principalmente viroses. O nitrogênio tem sido um dos nutrientes mais estudados neste sentido, por influir, de forma direta e indireta, na severidade de várias doenças, afetando tanto a microflora antagonista do patógeno e a tolerância do hospedeiro quanto o crescimento e a severidade do patógeno (Henis, 1976).

Em plantas infectadas por vírus, o nitrogênio influencia diretamente a concentração e severidade da doença, pois a célula precisa competir com o patógeno pelo N disponível. O Onion Yellow Dwarf Virus (OYDV), que também contém estirpes que infectam alho, teve sua concentração no tecido hospedeiro aumentada pelo nitrogênio (Huber, 1994). Segundo Gibbs & Harrison (1979), em alguns casos, o vírus pode apossar-se de 75% do conteúdo de proteínas da célula. De acordo com esses autores, o vírus pode ainda redirecionar os produtos da fotossíntese para produção de aminoácidos em vez de açúcares, além de afetar a atividade dos cloroplastos e o teor de clorofila, outro composto rico em N.

A utilização da cultura de tecidos visando à obtenção de plantas isentas de vírus tem resultado em plantas com comportamento vegetativo e produtivo completamente diferente de plantas infectadas por estes patógenos, levando a crer que o

comportamento fisiológico e nutricional também poderá ser alterado. Entretanto, a nutrição mineral e os níveis de resposta à aplicação de nutrientes, em plantas de alho provenientes de cultura de tecidos, foram, até o momento, pouco estudadas.

Em trabalho recente, Barni & Garcia (1994) verificaram ligeiros acréscimos na produção de bulbos comerciais de plantas de alho do cultivar Quitéria, obtidos por cultura de tecidos em resposta a doses de N. Entretanto, plantas do mesmo cultivar multiplicadas de forma convencional tenderam a diminuir a produção comercial quando submetidas aos mesmos tratamentos.

Diante da importância do N para a produtividade e qualidade do alho, o presente trabalho teve como objetivo estudar a resposta à adubação nitrogenada de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos em relação ao mesmo material obtido por multiplicação convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi efetuado no Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (MG), em um Latossolo Roxo, cuja análise química, para profundidade de 0-20 cm, apresentou pH(água): 6,4, P: 14 mg dm<sup>-3</sup> e K: 148 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1), Ca: 41 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg: 18 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e Al: 1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), V: 75% e matéria orgânica: 35 g kg<sup>-1</sup>, segundo EMBRAPA (1997)

A área experimental está situada a 918 m de altitude, 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste. A estação seca estende-se de abril a setembro e a chuvosa de outubro a março (Vilela & Ramalho, 1979). As condições climáticas observadas durante o período do experimento encontram-se no quadro 1.

**Quadro 1. Temperatura e umidade relativa (UR) do ar (médias) e precipitação total durante o período de condução do experimento**

Mês	Temperatura média	UR	Precipitação total
	°C	%	mm
Abril	20,6	75,7	64,6
Maio	18,7	79,5	65,6
Junho	16,6	70,8	0,0
Julho	18,1	67,9	1,0
Agosto	20,2	56,2	0,0
Setembro	20,2	62,5	38,6
Outubro	21,0	70,6	98,2

Fonte: Setor de Bioclimatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os tratamentos foram constituídos a partir do cultivar Gigante Roxão, cedido pela Embrapa Hortaliças, oriundo de multiplicação convencional em Brasília (DF). Parte deste material foi multiplicada "in vitro" no laboratório de cultura de tecidos da UFLA, utilizando explantes meristemáticos com tamanho variando entre 0,2 e 0,5 mm e um ou dois primórdios foliares (Quak, 1977), visando à erradicação de viroses. Em virtude das incertezas quanto à identificação das viroses do alho e, portanto, das dificuldades na elaboração de anti-soros específicos (Dusi, 1995), as plantas obtidas pela cultura de meristemas não puderam ser indexadas.

O cultivar Gigante Roxão pertence ao grupo dos alhos semi nobres (ciclo médio), apresenta bulbos com película de coloração arroxeada, pequena incidência de bulbilhos "palitos", boa resistência ao pseudoperfilhamento e adaptação às condições de plantio do sudeste e centro-oeste do País, dispensando a necessidade de vernalização (EMBRAPA, 1984).

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, compreendendo as duas formas de multiplicação do alho-planta: cultura de tecidos (CT) e multiplicação convencional (CON) e cinco doses de nitrogênio: 0, 35, 70, 105 e 140 kg ha<sup>-1</sup>, envolvendo dez tratamentos, repetidos quatro vezes, totalizando 40 parcelas.

As parcelas foram dimensionadas com 1,0 m de largura por 3,0 m de comprimento com cinco fileiras de plantas no espaçamento de 0,20 m entrelinhas e 0,10 m entre plantas. A área útil da parcela (1,56 m<sup>2</sup>) foi formada pelas três fileiras centrais, descartando duas plantas de cada extremidade.

Após o plantio, realizado em 29 de abril de 1995, aplicou-se, em pré-emergência, o herbicida Linuron, seguido pela colocação de uma camada de 5 cm de cobertura morta composta por casca de arroz. O controle das plantas daninhas foi complementado, quando necessário, com uma aplicação em pós-emergência do herbicida Oxidiazon e capinas manuais.

As parcelas receberam como adubação básica: 1125 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 103,3 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 50 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio, 15 kg ha<sup>-1</sup> de bórax e 10 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco (CFSEMG, 1989). Como fonte de N foi utilizada a uréia, parcelando-se a aplicação em 1/3 no plantio e o restante aos 45 e 70 dias após o plantio.

Aos 30, 50, 70, 90, 110, 130 e 150 dias do plantio, coletaram-se seis plantas/parcela para avaliação da produção de matéria seca total (parte aérea + raízes + bulbo); em dez plantas da área útil da parcela, foi avaliada a altura da planta, correspondendo à distância entre o nível do solo e a extremidade da folha mais comprida.

A colheita foi realizada com 157 dias para plantas convencionais (06/10/95) e com 170 dias em plantas

de cultura de tecidos (18/10/95), pois, nestas últimas, o ciclo cultural prolongou-se em 13 dias. A colheita foi efetuada somente quando a parte aérea encontrava-se em estágio avançado de senescência com a maioria das folhas completamente secas. Após a colheita, as plantas foram secas ao sol por três dias e, posteriormente, colocadas em galpão ventilado, onde ficaram por 50 dias para realização da cura. Somente após este período, os bulbos foram separados da parte aérea, limpos e então realizadas as avaliações de produção.

Com a pesagem de todos os bulbos produzidos por parcela, estimou-se a produção total. Para obter a produção comercial, seguindo a recomendação do Ministério da Agricultura, selecionaram-se apenas bulbos com diâmetro superior a 35 mm, descartando-se os chochos, deformados, abertos e com sintomas de incidência de doenças e ataque de pragas.

As análises estatísticas para as características altura da planta e produção total de matéria seca foram realizadas fixando-se os níveis do fator época. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett, para verificar, respectivamente, o ajuste aos critérios de normalidade e homogeneidade exigidos para a análise de variância (Little & Hills, 1978). Foram ajustadas equações de regressão para a altura das plantas, produção de matéria seca, produção total e comercial de bulbos como variáveis dependentes das doses de N, sendo o ajuste dos coeficientes das equações testado pelo teste t a 1 e 5%. As doses de N que proporcionaram os rendimentos máximos para cada característica estudada foram obtidas a partir da derivada primeira das equações de regressão.

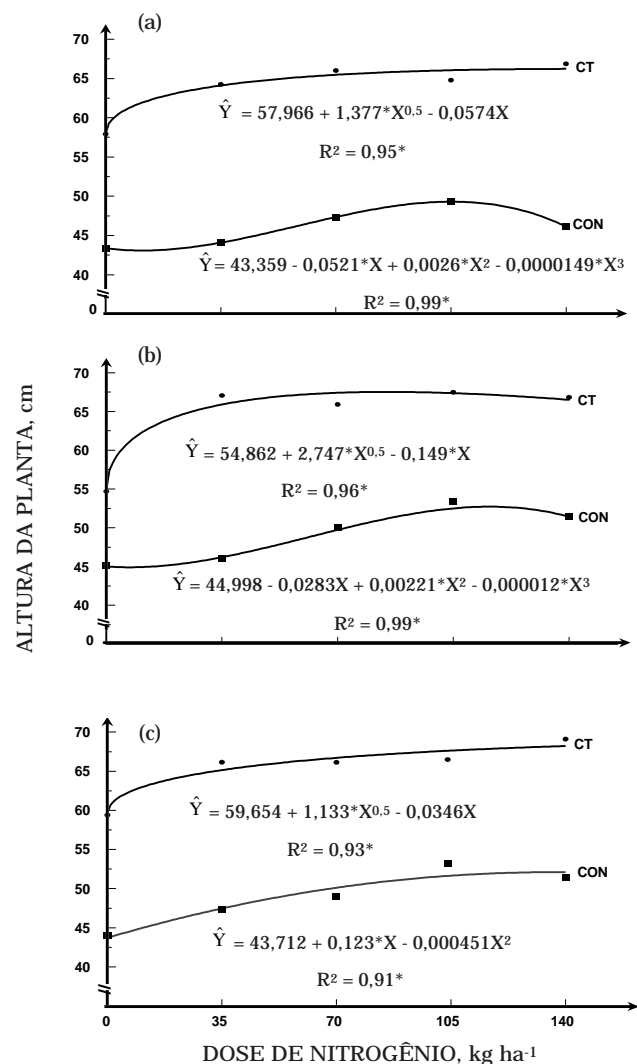
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Altura das plantas

O nitrogênio influenciou significativamente a altura das plantas aos 90 ( $p < 0,05$ ), 110 ( $p < 0,01$ ) e 130 ( $p < 0,05$ ) dias após o plantio, nas duas formas de multiplicação. O reduzido crescimento e, conseqüentemente, a diminuta absorção de nitrogênio pelas plantas na primeira fase do ciclo da cultura (Silva et al., 1970) são, provavelmente, as principais causas deste tipo de comportamento. Na cultura do alho, o crescimento efetivo da planta e a absorção de nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio, iniciam-se por volta de 45 dias, concentrando-se com maior intensidade entre 90 e 130 dias após o plantio (Zink, 1963 e Silva et al., 1970). Alguns trabalhos têm mostrado respostas pouco significativas do alho a aplicações de nitrogênio antes dos 80 dias após o plantio (Souza, 1990 e Resende, 1992), fato, provavelmente, atribuído a esse aspecto.

Nas três épocas estudadas, observaram-se respostas distintas para altura da planta entre materiais oriundos de cultura de tecidos e multiplicadas de forma convencional em relação às doses de nitrogênio.

As plantas provenientes de multiplicação convencional mostraram um comportamento cúbico aos 90 e 110 dias e quadrático aos 130 dias (Figura 1). Nota-se, aos 90 e 110 dias, pelo comportamento da curva de resposta, que as plantas obtidas pelo sistema de plantio convencional apresentaram resposta efetiva somente quando submetidas a doses superiores a 35 kg ha<sup>-1</sup> de N.



**Figura 1. Altura de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos (CT) e multiplicação convencional (CON), 90 (a), 110 (b) e 130 (c) dias após o plantio, considerando as doses de nitrogênio. \*, \*\* significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t.**



As plantas obtidas “*in vitro*”, ao contrário, apresentaram comportamento raiz quadrático nas três épocas estudadas, verificando-se resposta acentuada na altura das plantas com o aumento da dose de 0 para 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, exibindo, a partir deste ponto, aumentos menores com as doses crescentes de N. Aos 90 e 130 dias, de acordo com as equações de regressão, não ocorreram, no intervalo de doses testado, pontos de crescimento máximo. Este tipo de resposta pode ser explicado, provavelmente, pela baixa concentração de partículas virais nas plantas de cultura de tecidos, e, portanto, pela menor competição pelo nitrogênio nas células da planta. Encontra-se uma justificativa coerente para esta informação nos relatos de Gibbs & Harrison (1979), que verificaram uma demanda de 75% do conteúdo de proteínas da célula pelo vírus em sua fase de multiplicação mais intensa. Aos 110 dias, com base na equação de regressão, as plantas atingiram a altura máxima com 84,9 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

As equações de regressão indicaram para plantas obtidas por multiplicação convencional as doses de 92, 116 e 137 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, aos 90, 110 e 130 dias, como as que proporcionaram maior altura das plantas.

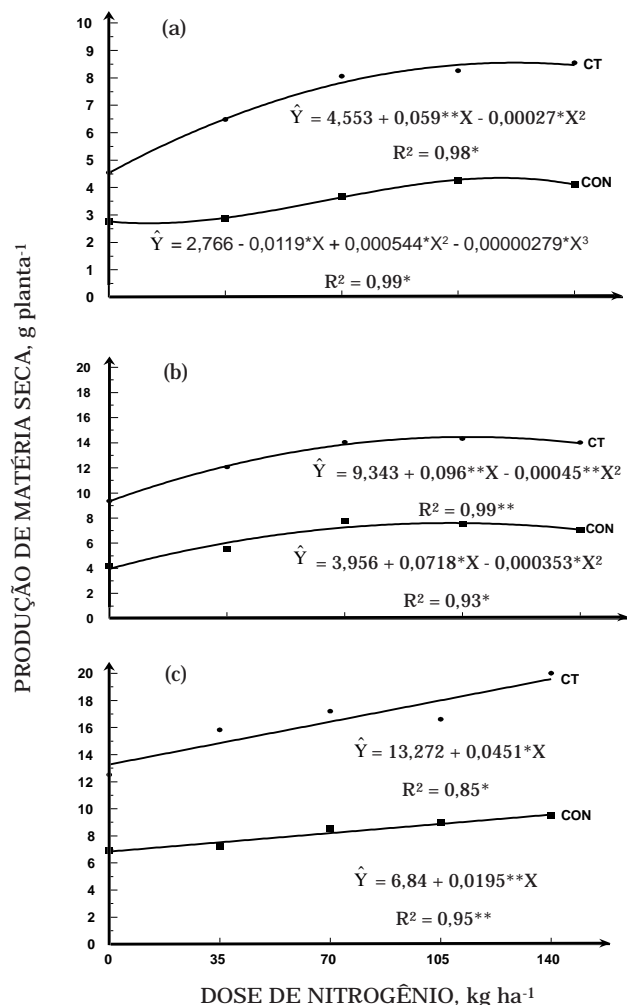
Em alho multiplicado de forma convencional, Souza (1990) e Resende (1992) também observaram efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o crescimento das plantas. Entretanto, a sensibilidade do alho a doses mais baixas de N, prejudicando o crescimento da planta, foi demonstrada por Santos (1980) e Resende (1992), ao verificarem efeito depressivo sobre a altura da planta em doses de N superiores a 50 kg ha<sup>-1</sup>.

Na ausência de nitrogênio, as plantas provenientes de cultura de tecidos mostraram, em todas as épocas, altura significativamente superior à das multiplicadas de forma convencional (Quadro 2). Este aspecto tem sido constatado em diferentes épocas ao longo do ciclo cultural em vários trabalhos (Walkey & Antill, 1989; Resende et al., 1995; Resende et al., 1999).

### Produção de matéria seca

O nitrogênio influenciou significativamente o acúmulo de matéria seca total, também aos 90 (p < 0,05), 110 (p < 0,01) e 130 (p < 0,01) dias do plantio, atingindo o maior nível de significância aos 110 e 130 dias, considerando o final (máximo crescimento da planta) da fase de crescimento da parte aérea, aliado à intensificação do processo de bulbificação. O peso da parte aérea e raízes secas do alho aumenta até por volta de 125 dias, enquanto o desenvolvimento dos bulbos acentua-se 90 a 150 dias após o plantio (Silva et al., 1970), juntamente com a absorção de nitrogênio (Zink, 1963), justificando, portanto, a resposta significativa ao nitrogênio neste período.

O acúmulo de matéria seca por plantas de cultura de tecidos mostrou relação quadrática aos 90 e 110 dias e linear aos 130 dias com as doses de N aplicadas, enquanto, nas plantas provenientes de multiplicação convencional, observaram-se respostas: cúbica; quadrática e linear, respectivamente, aos 90, 110 e 130 dias do plantio (Figura 2). Doses de 122 e 107 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionaram o máximo acúmulo de matéria seca aos 90 e 110 dias, respectivamente, em plantas provenientes de cultura de tecidos. Para plantas convencionais, essas doses foram de 119 e 102 kg ha<sup>-1</sup>. Aos 130 dias, a resposta linear apresentada por ambas as formas de multiplicação pode estar relacionada com a demanda elevada de N pelo bulbo em formação.



**Figura 2. Produção de matéria seca total (parte aérea+bulbo+raízes) de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos (CT) e multiplicação convencional (CON), 90 (a), 110 (b) e 130 (c) dias após o plantio, considerando as doses de nitrogênio. \*, \*\* significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t.**

Comparando os valores máximos de produção de matéria seca entre as formas de multiplicação e as respectivas doses de nitrogênio que propiciaram esses valores, nota-se que, para doses iguais, as plantas de cultura de tecidos produziram quase o dobro de matéria seca das plantas convencionais. Considerando a dose de 102 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, que, aos 110 dias, proporcionou, em plantas convencionais, uma produção máxima de matéria seca estimada em 7,6 g/planta, em plantas oriundas de cultura de tecidos, obteve-se para esta mesma dose uma produção de 14,4 g/planta de matéria seca, resultando numa diferença de aproximadamente 89,5%.

Este fato é corroborado na ausência de nitrogênio por diferenças significativas na produção de matéria seca entre plantas multiplicadas por cultura de tecidos e pelo método convencional (Quadro 2). Estas diferenças foram de 38,9%, 55,6% e 55,1%, respectivamente, aos 90, 110 e 130 dias, em favor das plantas obtidas por micropropagação.

### Produção total e comercial de bulbos

A análise de variância revelou tanto para plantas de cultura de tecidos quanto oriundas de multiplicação convencional respostas significativas às doses de nitrogênio. Entretanto, observou-se que o comportamento das plantas em relação ao N mostrou-se bastante divergente entre as formas de multiplicação.

As plantas provenientes de cultura de tecidos responderam linearmente às doses de N (Figura 3). Resposta semelhante foi observada por Barni & Garcia (1994), em alho multiplicado *in vitro*, comprovadamente livre do Garlic Yellow Strike Virus (GYSV), no qual verificaram ligeiro aumento de produtividade (11,25 para 11,39 t ha<sup>-1</sup>), quando a dose de nitrogênio foi aumentada de 80 para 120 kg ha<sup>-1</sup>. Esses mesmos autores verificaram que plantas do mesmo cultivar multiplicadas de forma convencional apresentaram, para o mesmo acréscimo na quantidade de nitrogênio, redução de 8,56 para 7,69 t ha<sup>-1</sup> na produção.

Em plantas de multiplicação convencional, foi observada uma relação tipicamente cúbica entre a produção de bulbos e as doses de nitrogênio (Figura 3). Nota-se que não houve aumento na produção até dose de 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, elevando-se gradativamente nas doses posteriores até 107 kg ha<sup>-1</sup>, indicada pela equação de regressão como a dose que propiciou maior produção de bulbos.

Em linhas gerais, a resposta ao nitrogênio apresentada por plantas de multiplicação convencional está de acordo com dados observados na literatura, que apresenta resultados bastante variáveis para a cultura. No Brasil, o alho tem apresentado ampla faixa de resposta ao nitrogênio, variando desde 50 (Alvarenga & Santos, 1982) até 100 kg ha<sup>-1</sup> (Menezes Sobrinho et al., 1974).

Essa ampla faixa de variação pode estar relacionada com as condições climáticas, teor de matéria orgânica e condições químicas do solo que alteram as transformações do nitrogênio (Magalhães, 1986) e, ainda, com as respostas diferenciais observadas entre cultivares nas mesmas condições (Menezes Sobrinho et al., 1974).

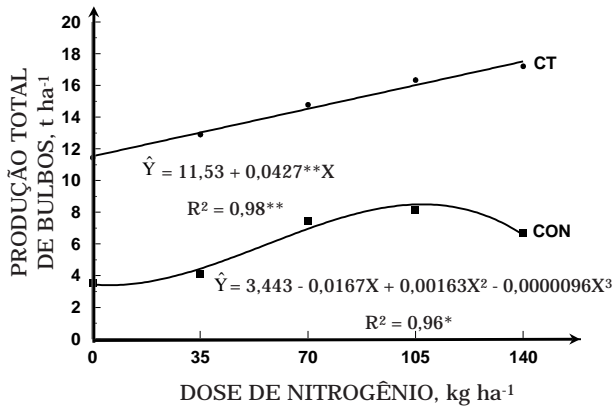
A produção total máxima das plantas de multiplicação convencional obtida pela equação de regressão foi de 8,5 t ha<sup>-1</sup> de bulbos para uma dose de 107 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, praticamente o dobro da produção média brasileira, que se situa em 4,3 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 1999). Considerando esta mesma dose para as plantas provenientes de cultura de tecidos, verificou-se uma produção de 16,2 t ha<sup>-1</sup>, praticamente o dobro das plantas provenientes de multiplicação convencional e quatro vezes mais que a produtividade média nacional. Deve-se destacar que a produção das plantas de cultura de tecidos, apresentou uma relação linear com as doses de N, produzindo cerca de 17,3 t ha<sup>-1</sup> de bulbos na dose máxima de nitrogênio utilizada (140 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 3).

A produção comercial das plantas provenientes de multiplicação convencional revelou o mesmo padrão de comportamento para produção total,

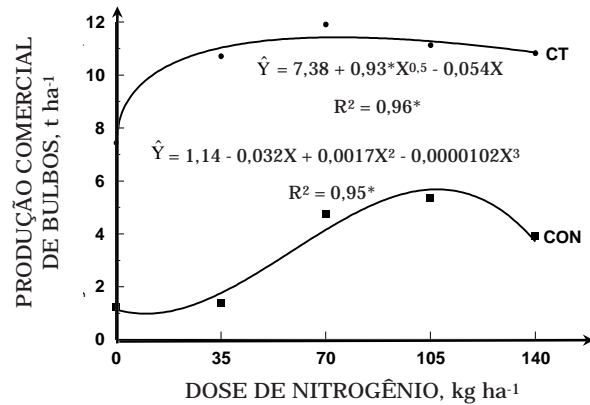
**Quadro 2. Altura das plantas, matéria seca total, produção total (PRTO) e comercial (PRCOM) de bulbos de alho provenientes de cultura de tecidos (CT) e de multiplicação convencional (CON), na ausência de nitrogênio**

Propagação	Altura das plantas			Matéria seca total			PRTO	PRCOM
	90	110 (dias)	130	90	110 (dias)	130		
	cm			g/planta			t ha <sup>-1</sup>	
CT	57,9 a <sup>(1)</sup>	54,6 a	59,4 a	4,5 a	9,3 a	12,5 a	11,4 a	7,4 a
CON	43,3 b	45,0 b	44,0 b	2,7 b	4,1 b	6,9 b	3,5 b	1,2 b
C.V. (%)	5,9	10,7	9,8	28,2	13,5	21,6	11,0	27,4

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si (Tukey 5%).



**Figura 3. Produção total de bulbos por plantas de alho provenientes de cultura de tecidos (CT) e multiplicação convencional (CON), considerando as doses de nitrogênio. \*, \*\* significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t.**



**Figura 4. Produção de bulbos comerciais por plantas de alho provenientes de cultura de tecidos (CT) e multiplicação convencional (CON), considerando as doses de nitrogênio. \* significativo a 5%, pelo teste t.**

mostrando uma relação cúbica com as doses de nitrogênio (Figura 4), com uma produção máxima de 5,75 t ha<sup>-1</sup> na dose de 108 kg ha<sup>-1</sup>. Esta produção comercial máxima correspondeu a 68% da produção total máxima obtida com 107 kg ha<sup>-1</sup>.

Em plantas de cultura de tecidos, verificou-se uma relação raiz quadrática entre a produção comercial e as doses de nitrogênio (Figura 4), divergindo, portanto, do comportamento verificado para produção total (Figura 3). A produção comercial máxima, 11,4 t ha<sup>-1</sup>, foi obtida na dose de 75 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e correspondeu a 66% da produção total máxima.

A produção comercial das plantas de cultura de tecidos foi influenciada pelo ciclo mais longo da cultura. A colheita destas plantas somente foi possível por causa da imaturidade dos bulbos, 13 dias após a da cultura convencional. Considerando a elevada precipitação (Quadro 1) na pré-colheita deste material, verificou-se um aumento no índice de bulbos abertos e desencapados, excluindo-os do padrão comercial do mercado de alho "in natura". O descarte de bulbos atingiu, em média, 35% nas plantas de cultura de tecidos contra apenas 7,5% em plantas convencionais. Este fator, associado ao incremento das doses de nitrogênio, ocasionou um comportamento raiz-quadrático para produção comercial em plantas multiplicadas por cultura de tecidos, contrapondo-se à resposta linear observada para produção total. Entretanto, deve-se minimizar o efeito do N, pois o cultivar Gigante Roxão utilizado no presente trabalho pertence a um grupo que não exige vernalização para o cultivo nas condições do centro-sul do País, com elevada resistência a pseudoperfilhamento e, portanto, com pequena sensibilidade ao excesso de nitrogênio.

Em razão desse índice de descarte e da influência do nitrogênio sobre ele, a produção comercial máxima das plantas de cultura de tecidos ocorreu numa dose de nitrogênio relativamente mais baixa que nas plantas convencionais. Apesar da maior porcentagem de descarte de bulbos, verificou-se uma diferença de aproximadamente 100% na produção comercial máxima em favor das plantas de cultura de tecidos em relação às convencionais, ainda que com uma dose de N relativamente mais baixa.

O prolongamento do ciclo das plantas provenientes de cultura de tecidos pode estar relacionado com a menor concentração de vírus em seus tecidos. Associado a este fenômeno, o nitrogênio também pode retardar a maturidade da planta (Zambolim & Ventura, 1993) e, conseqüentemente, o desenvolvimento do bulbo (Bertoni et al., 1992). Por outro lado, é sabido que plantas hospedeiras de patógenos ou sob qualquer condição de estresse tendem a acelerar o ciclo por meio da produção de hormônios específicos, garantindo, desta forma, a sobrevivência da espécie antes de ser destruída (Leopold & Kriedmann, 1978). Assim, acredita-se que as plantas provenientes de multiplicação convencional tendam a acelerar seu ciclo.

A eliminação de viroses da cultura do alho por meio da cultura de tecidos proporcionou aumentos significativos na produção total e comercial de bulbos. Considerando a ausência de nitrogênio, foram verificados acréscimos de 69,2 e 83,7%, respectivamente, nas produções, total e comercial, das plantas multiplicadas in vitro (Quadro 2). Plantas multiplicadas dessa forma têm apresentado, em outras circunstâncias, aumentos de 44% (Walkey & Antill, 1989), 48% (Barni & Garcia, 1994) e até

63% (Resende et al., 1995) em relação ao alho proveniente de multiplicação convencional.

## CONCLUSÕES

1. Em ambas as formas de multiplicação, apenas entre 90 e 130 dias verificou-se influência significativa do nitrogênio sobre a altura da planta e sobre a produção de matéria seca.

2. A altura das plantas provenientes de cultura de tecidos aumentou com o incremento das doses de N 90 e 130 dias após o plantio, enquanto, para as plantas convencionais, este aumento ocorreu somente até as doses de 92, 116 e 137 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, aos 90, 110 e 130 dias do plantio.

3. A produção de matéria seca aumentou até 122 e 107 kg ha<sup>-1</sup> de N, nas plantas oriundas de cultura de tecidos, e 119 e 102 kg ha<sup>-1</sup>, nas multiplicadas pelo método convencional, aos 90 e 110 dias, respectivamente. Aos 130 dias, o acúmulo de matéria seca pelas plantas aumentou linearmente com as doses de N, nas duas formas de multiplicação.

4. A produção total de bulbos cresceu linearmente com o incremento das doses de N, em plantas provenientes de cultura de tecidos, e aumentou até a dose 117 kg ha<sup>-1</sup>, nas plantas multiplicadas pelo método convencional.

5. As plantas provenientes de cultura de tecidos apresentaram aproximadamente o dobro da produção de matéria seca e de bulbos nas doses de N que proporcionaram os pontos máximos de resposta nas plantas convencionais.

6. Mesmo na ausência de nitrogênio, as plantas provenientes de cultura de tecidos mostraram, em todas as características estudadas, desempenho superior ao das plantas multiplicadas pelo método convencional.

## AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador João A. de Menezes Sobrinho (Embrapa Hortaliças), pelo fornecimento do alho-planta convencional utilizado neste trabalho. À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado, e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

## LITERATURA CITADA

ALVARENGA, M.A.R. & SANTOS, M.L.B. Efeito de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22., Vitória, 1982. Anais. Vitória, Sociedade de Olericultura do Brasil, 1982. p.304.

BARNI, V. & GARCIA, S. Comportamento do alho Quitéria isento do Vírus do Estriado Amarelo em diferentes condições de cultivo. Hort. Sul, 3:15-19, 1994.

BERTONI, G.; MORARD, P.; SOUBIEILLE, C. & LLORENS, J.M. Growth and nitrogen nutrition of garlic (*Allium sativum*, L.) during bulb development. Sci. Hortic., 50:187-195, 1992.

DUSI, A.N. Doenças causadas por vírus em alho. Inf. Agropec., 17:19-21, 1995.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação. Lavras, 1989. 76p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultivo do alho. Brasília, CNPH, 1984. 16p. (Instrução Técnica, 2)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERRARI, V.A. & CHURATA-MASCA, M.G.C. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio e bórax na produção de alho (*Allium sativum* L.). Científica, 3:254-262, 1975.

GIBBS, A. & HARRISON, B. Plant virology: The principles. New York, Butter and Turner, 1979. 292p.

HENIS, Y. Efecto que ejercen los elementos nutritivos minerales sobre los patógenos pedecidos por el suelo y la resistencia de los huespedes. R. Potassa, 23:7, 1976 (resumo).

HUBER, D.M. The influence of mineral nutrition on vegetable diseases. Hort. Bras., 12:206-214, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção agrícola municipal - cultura do alho. Consultado em 27/10/1999. www.sidra.ibge.gov.br.

LEOPOLD, A.C. & KRIEDMANN, P.E. Plant growth and development. New York, Mcgraw Hill, 1978. 580p.

LITTLE, T.M. & HILLS, F.J. Agricultural experimentation, New York, John Wiley & Sons, 1978. 350p.

MAGALHÃES, J.R. Nutrição mineral do alho. Inf. Agropec., 12:20-30. 1986.

MAKSOU, M.A.; FODA, S. & TAHA, E.M. Effect of different fertilizer on quality and yield of garlic. Egypt. J. Hort., 11:51-58. 1984.

MENEZES SOBRINHO, J.A.; NOVAIS, R.F.; SANTOS, H.L. & SANS, L.M.A. Efeito da adubação nitrogenada, de diferentes espaçamentos entre plantas e da cobertura morta do solo sobre a produção do alho. R. Ceres, 21:458-469, 1974.

MINARDI, H.R.G. Effect of clove size, spacing, fertilizers, and lime on yield and nutrient content of garlic (*Allium sativum* L.). N.Z.J. Exp. Agric., 6:139-143, 1978.

QUAK, F. Meristem culture and virus-free plants. In: REINERT, J. & BAJAJ, Y.P., eds. Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ culture. New York, Spring Verlag, 1977. p.589-615.

RESENDE, F.V.; SOUZA, R.J.; FAQUIN, V. & RESENDE, J.T.V. Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. Hort. Bras., 17:118-124, 1999.



- RESENDE, F.V.; SOUZA, R.J. & PASQUAL, M. Comportamento, em condições de campo, de clones de alho obtidos por cultura de meristema. Hort. Bras., 13:44-46, 1995.
- RESENDE, G.M. Influência do nitrogênio e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.). Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1992. 107p. (Tese de Mestrado)
- SANTOS, M.L.B. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.). Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1980. 74p. (Tese de Mestrado)
- SILVA, N.; OLIVEIRA, G.R.; VASCONCELOS, E.F.C. & HAAG, H.P. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. O Solo, 62:8-17, 1970.
- SOTOMAYOR, R.I. Efecto de la fertilization nitrogenada y densidad de plantas en la productions de ajos. Agric. Tec., 35:175-178, 1975.
- SOUZA, R.J. de. Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1990. 143p. (Tese de Doutorado)
- VILELA, E.A. & RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, MG. Ci. Prat., 3:71-79, 1979.
- WALKEY, D.G.A. & ANTILL, D.N. Agronomic evaluation of virus free and virus infected garlic (*Allium sativum* L.). J. Hortic. Sci., 64:53-60, 1989.
- ZAMBOLIM, L. & VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. In: LUZ, W.C., ed. Revisão anual de patologia de plantas, Passo Fundo, 1993. v.1. p.275-318.
- ZINK, K.F.W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci., 83:579-584, 1963.