

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

RESPOSTA A NITROGÊNIO POR PLANTAS DE ALHO
(Allium sativum L.) LIVRES DE VÍRUS

LUCILENE DE JESUS COELHO FERNANDES

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP
Junho - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

RESPOSTA A NITROGÊNIO POR PLANTAS DE ALHO
(Allium sativum L.) LIVRES DE VÍRUS

LUCILENE DE JESUS COELHO FERNANDES

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Theodoro Bull

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP
Junho - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F363r Fernandes, Lucilene de Jesus Coelho, 1983-
Resposta a nitrogênio por plantas de alho (*Allium sativum* L.) livres de vírus / Lucilene de Jesus Coelho Fernandes. - Botucatu : [s.n.], 2008.
xi, 72 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Leonardo Theodoro Büll
Co-orientador: Marcelo Agenor Pavan
Inclui bibliografia.

1. Alho - Fertilizantes nitrogenados - Adubação. 2. Clorofilômetro. 3. Vírus de plantas. I. Büll, Leonardo Theodoro. II. Pavan, Marcelo Agenor. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

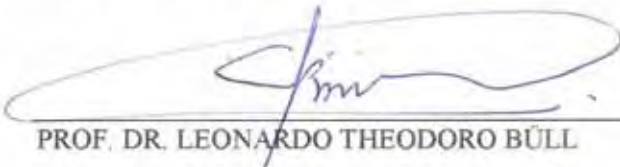
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "RESPOSTA A NITROGÊNIO POR PLANTAS DE ALHO (*Allium sativum* L.) LIVRES DE VÍRUS"

ALUNO: LUCILENE DE JESUS COELHO FERNANDES

ORIENTADOR: PROF. DR. LEONARDO THEODORO BÜLL
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO AGENOR PAVAN

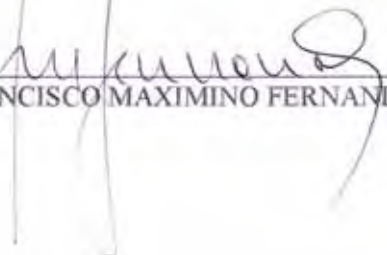
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. LEONARDO THEODORO BÜLL



PROF. DR. ROSEMARY MARQUES DE ALMEIDA BERTANI



PROF. DR. FRANCISCO MAXIMINO FERNANDES

Data da Realização: 19 de junho de 2008.

“Quando uma pessoa realmente deseja algo,
o Universo inteiro conspira para que seu sonho
se realize.”

Paulo Coelho

Aos meus pais José Alves Coelho e Balbina Bueno Coelho pela oportunidade.

Aos meus irmãos José Carlos, Marli e Maria Regina pelo incentivo.

Aos meus sobrinhos Ana Júlya, Lucas, Mayara, Fábio, Felipe, Viviane, Tiago e Regiane pela curiosidade saudável.

Ao meu esposo Israel Douglas Fernandes, pela paciência e por acreditar em mim.

Ofereço e Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meu caminho.

Ao Prof. Dr. Leonardo Theodoro Bull, pela iniciação na carreira científica e orientação profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan pelas grandes contribuições na co-orientação no desenvolvimento do projeto.

A Universidade Estadual Paulista e a Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Horticultura pela oportunidade.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Genove Agronegócios Ltda pela área cedida à instalação dos experimentos e pelo financiamento das visitas. Em especial aos Engenheiros Agrônomos Isao Imaizumi e Mauro Noriyo Uyeno pelo apoio na condução dos experimentos em Santa Juliana/MG e Guarapuava/PR, e também ao Sr. José Plácido e Edilson Moreira.

Ao Prof. Dr. Júlio Nakagawa pela orientação no planejamento e pela contribuição durante as visitas aos experimentos.

Ao Eng^o Agr^o Juliano Corulli Corrêa pela amizade e grandes contribuições na discussão da dissertação.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Horticultura e do Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Manejo de Fertilizantes e Resíduos (GEMFER), em especial ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Boas, Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes, Claudinei e Clarice.

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para que este projeto acontecesse, muito obrigada.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
4.1 A cultura do alho e sua importância	7
4.2 Adubação nitrogenada na cultura do alho	8
4.3 Superbrotamento ou pseudoperfilhamento	10
4.4 Cultura de alho livre de vírus	12
4.5 Correlação entre medida indireta de teor de clorofila e adubação nitrogenada.....	14
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	17
5.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	19
5.3 Procedimento experimental: implantação e condução	19
5.4 Avaliações.....	20
5.4.1 Comprimento das plantas e índice relativo de clorofila (IRC).....	20
5.4.2 Índice de suficiência de nitrogênio (ISN).....	21
5.4.3 Teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas.....	21
5.4.4 Produção e classificação.....	22
5.4.5 Índice de formato	23
5.4.6 Ocorrência de pseudoperfilhamento	23
5.5 Análise estatística.....	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1 Experimento I.....	25
6.2 Experimento II	41
7 CONCLUSÕES	62
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Análise química inicial do solo. Guarapuava-PR, 2006.....	18
2. Análise química dos macronutrientes do solo. Santa Juliana-MG, 2006.....	18
3. Análise química dos micronutrientes do solo. Santa Juliana-MG, 2006.....	18
4. Resumo do parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura e momento das avaliações de comprimento (C), índice relativo de clorofila (I) e amostragem para análise química foliar (Q). Guarapuava-PR, 2006.....	22
5. Resumo do parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura e momento das avaliações de comprimento (C), índice relativo de clorofila (I) e amostragem para análise química foliar (Q). Santa Juliana-MG, 2006.....	22
6. Classificação de bulbos de alho segundo o maior diâmetro transversal.....	23
7. Análise de variância para comprimento de plantas e índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho. Guarapuava-PR, 2006.....	25
8. Comprimento de plantas de alho em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.....	26
9. Índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.....	26
10. Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) em plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.....	29
11. Análise de variância para teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho. Guarapuava-PR, 2006.....	29
12. Teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.....	31
13. Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Guarapuava-PR, 2006.....	34
14. Teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.....	34
15. Análise de variância para peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato e produtividade total. Guarapuava-PR, 2006.....	36

16. Peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato dos bulbos e produtividade comercial, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.....	36
17. Coeficiente de correlação entre índice relativo de clorofila (IRC), teor de nitrogênio na folha e produtividades total e comercial. Guarapuava-PR, 2006.....	39
18. Análise de variância para comprimento de plantas e índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho. Santa Juliana-MG, 2006.....	41
19. Comprimento de plantas de alho em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana – MG, 2006.....	42
20. Índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	42
21. Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) em plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	44
22. Análise de variância para teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho. Santa Juliana-MG, 2006.....	45
23. Teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	46
24. Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Santa Juliana-MG, 2006.....	51
25. Teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	52
26. Análise de variância para peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato e produtividades total e comercial. Santa Juliana – MG, 2006.....	56
27. Número de bulbilhos por bulbo e índice de formato dos bulbos, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana - MG, 2006.....	57
28. Coeficiente de correlação entre índice relativo de clorofila (IRC), teor de nitrogênio na folha e produtividades total e comercial. Santa Juliana - MG, 2006.....	61

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Índice Relativo de Clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.....	28
2. Teor de nitrogênio em folhas de plantas de alho com 7 a 8 folhas, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.....	30
3. Teor de potássio em folhas de plantas de alho com 7 a 8 folhas, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.....	32
4. Teor de enxofre em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.....	33
5. Classificação dos bulbos segundo a Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992 – Ministério da Agricultura. Guarapuava – PR, 2006.....	38
6. Porcentagem de distribuição dos bulbos da classe 5, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.....	38
7. Índice Relativo de Clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana - MG, 2006.....	43
8. Teor de nitrogênio em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	47
9. Teor de fósforo em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	49
10. Teor de potássio em folhas de plantas de alho 15 dias após a fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	50
11. Teor de enxofre em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	51
12. Teor de boro em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	53
13. Teor de manganês em folhas de plantas de alho 15 dias após a fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	54
14. Teor de zinco em folhas de plantas de alho com 5 a 6 folhas, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	55
15. Peso médio dos bulbos em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	56

16. Produtividade total em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	58
17. Produtividade comercial em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.....	58
18. Classificação dos bulbos segundo a Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992 – Ministério da Agricultura. Santa Juliana - MG, 2006.....	59
19. Porcentagem de distribuição dos bulbos classe 3, 4 e 6, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana - MG, 2006.....	60

1 RESUMO

Foram desenvolvidos dois experimentos com o objetivo de avaliar o crescimento, estado nutricional e produtividade de plantas de alho livres de vírus, em função de doses crescentes de nitrogênio. Os tratamentos foram 0, 20, 40, 80, 160, e 320 kg N ha⁻¹, utilizando, como fonte, nitrato de amônio. Foi utilizada a cultivar Caçador L. V. (livre de vírus), os bulbilhos foram obtidos mediante cultura de tecido e termoterapia no Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária FCA / UNESP, multiplicados por quatro gerações em telado, no município de Guarapuava - PR. No experimento I, conduzido no município de Guarapuava – PR, foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições, com doses aplicadas em cobertura, na proporção de 20% da dose, quando as plantas apresentavam de 5 a 6 folhas; 30% quando apresentavam de 7 a 8 folhas; e 50% após a fase de diferenciação dos bulbos. A colheita ocorreu 149 dias após o plantio. O experimento II foi conduzido no município de Santa Juliana – MG, utilizando o delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições, com doses aplicadas em cobertura, na proporção de 25% da dose, quando as plantas apresentavam de 3 a 4 folhas; 25% com 5 a 6 folhas; e 50% após a fase de diferenciação dos bulbos. A colheita ocorreu 112 dias após o plantio. As doses crescentes de N não influenciaram o crescimento das plantas, a média do comprimento na diferenciação foi de 92,8 cm para o experimento I e de 88,9 cm para o experimento II. Os valores do índice relativo de clorofila (IRC) foram aumentados com a elevação das doses de N apenas na fase de diferenciação e 15 dias após, para ambos os experimentos. Em relação aos teores foliares dos

macronutrientes, no experimento I as doses de N influenciaram na absorção de N, K e S; já no experimento II, na absorção de N e na diminuição da absorção de P, K e S. A absorção de micronutrientes foi influenciada apenas no experimento II, para os nutrientes B, Mn e Zn. A produtividade do experimento I foi de 16,4 t ha⁻¹, não influenciada pelas doses de N, maiores doses promoveram maior diâmetro de bulbos, sem pseudoperfilhamento. No experimento II o aumento da produtividade foi linear até a dose de 320 kg N ha⁻¹, alcançando 9 t ha⁻¹. Não houve incidência de pseudoperfilhamento, maiores doses promoveram aumento no peso médio dos bulbos.

Palavras-chave: *Allium sativum* L., adubação nitrogenada, superbrotamento, clorofilômetro.

NITROGEN RESPONSE FOR GARLIC PLANTS (*Allium sativum* L.) FREE OF VIRUS.

Botucatu, 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LUCILENE DE JESUS COELHO FERNANDES

Adviser: LEONARDO THEODORO BÜLL

Co-Adviser: MARCELO AGENOR PAVAN

2 SUMMARY

Two experiments were developed with the objective to evaluate the growth, plant nutrition and productivity of garlic without virus, submitted to nitrogen fertilization. The treatments used were 0, 20, 40, 80, 160, and 320 kg N ha⁻¹, using as source ammonium nitrate. The cultivar used was Caçador L.V. (free of virus), the cloves were gotten through tissue culture and thermotherapy in Vegetal Production Department - Plant Protection FCA/UNESP, multiplied for four generations in greenhouse environment in Guarapuava - PR city. The experiment I was developed in Guarapuava - PR city, the experimental delineation used was randomized blocks, with five repetitions, the doses were applied in covering, divided: 20% of the dose when the plants have 5 or 6 leaves, 30% when the plants have 7 or 8 leaves and 50%, after the bulbs differentiation, the harvest occurred 149 days after planting. The experiment II was developed in Saint Juliana - MG city, using randomized blocks delineation with six repetitions, the doses were applied in covering divided: 25% of the dose when the plants have 3 or 4 leaves, 25% when the plants have 5 or 6 leaves and 50%, after the bulbs differentiation, the harvest occurred 112 days after planting. The increasing doses of N had not influenced the growth of the plants, the average length of garlic plants at differentiation was 92,8 cm in the experiment I and 88,9 cm in the experiment II. The values of relative index of chlorophyll (IRC) were increased with the rise of the N doses only at differentiation and 15 days after, for both experiments. About macronutrients concentration in leaves, in experiment I the doses of N had influenced in N, K and S absorption, and in experiment II, in N absorption and in the

reduction of the P, K and S absorption. The micronutrients absorption was influenced only in experiment II, for the nutrients B, Mn and Zn. The productivity of experimento1 was 6,4 t ha⁻¹, even so not influenced for N doses, greater doses promoted greater diameter of bulbs without secondary growth occurrence. In experiment II the increase of the productivity was linear until 320 kg N ha⁻¹, reaching 9 t ha⁻¹, without secondary growth incidence. Greater doses promoted increase in average bulbs weight.

Keywords: *Allium sativum* L., nitrogen fertilization, secondary growth, chlorophyll meter.

3 INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica e social no Brasil. A produção brasileira na safra de 2006 foi de 87,8 mil toneladas, concentrando-se 76% nas regiões Sul e Sudeste, sendo a produtividade média brasileira de 8,4 t ha⁻¹. A produção nacional atende a apenas 30% da demanda, sendo restante importado principalmente, da China e Argentina, que coloca esse produto com custo de produção US\$ 0,90 o quilo, preço extremamente competitivo, quando comparado ao custo de US\$ 1,3 da produção nacional (IBGE, 2008 e AGRIANUAL, 2007). Fato que pode desestimular agricultores, gerando o desemprego de 32 mil pessoas no campo e 60 mil na cadeia produtiva.

A reprodução assexuada do alho permite que patógenos sejam facilmente disseminados através das gerações, causando acúmulo de viroses e degenerescência dos clones. A técnica de cultura de tecidos possibilita a obtenção de plantas de alho isentas de patógenos, em especial os vírus, o que permite que essas apresentem melhores resultados à adubação nitrogenada, possibilitando maior potencial produtivo em razão do aumento do peso e diâmetro de bulbos, o que reflete em maior retorno para o produtor.

O nitrogênio é o nutriente que mais contribui para o aumento da produtividade de bulbos na cultura do alho (BÜLL et al., 2002), mas também pode favorecer o aparecimento do pseudoperfilhamento ou superbrotamento, anomalia genético-fisiológica que se caracteriza pela brotação dos bulbilhos antes da colheita, dando à planta o aspecto de ramificação abundante (RESENDE; SOUZA, 2001 a, b, BÜLL et al., 2002). O

superbrotamento influi negativamente na cultura, reduzindo a produtividade, depreciando o produto e prejudicando a comercialização. Portanto, a dose de nitrogênio a ser utilizada deve alcançar a máxima produtividade, sem, contudo, favorecer a ocorrência do pseudoperfilhamento.

O método mais eficiente para a avaliação do estado nutricional das plantas é a análise foliar, entretanto, pelo fato de a cultura do alho ser de ciclo curto e existir demora na obtenção dos resultados analíticos, isto não permite que sejam feitas correções de deficiência de certos nutrientes ou mesmo previsão da necessidade de adubação nitrogenada, em cobertura, para o mesmo ciclo da cultura.

Com o desenvolvimento do medidor indireto de clorofila portátil (“clorofilômetro” Minolta SPAD-502), que pode ser levado ao campo, tornou-se possível estimar a nutrição nitrogenada da planta sem destruir a folha, de modo simples e rápido, o que possibilita o monitoramento da adubação nitrogenada em cobertura, pois a folha é o órgão que mais reflete o estado nutricional das plantas, existindo alta correlação entre o teor de clorofila e teor de nitrogênio nas folhas com a produtividade de bulbos (BÜLL et al., 2002).

Diante do exposto, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o desenvolvimento, estado nutricional e a produtividade de plantas de alho livres de vírus, em função de doses crescentes de nitrogênio.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A cultura do alho e sua importância

O cultivo do alho (*Allium sativum* L.) teve sua origem na Ásia Central e, desde a Antiguidade, era utilizado como alimento e remédio. Atualmente as pesquisas se concentram na sua produção, em virtude de suas características nutricionais e terapêuticas (MOTA et al., 2005). Camargo e Barrera (1985) relatam que há mais de cinco mil anos o alho já era utilizado pelos hindus, egípcios, gregos e por quase todas as antigas culturas do Velho Mundo e, provavelmente, tenha sido trazido para as regiões ocidentais por navegadores espanhóis, portugueses e franceses. Segundo Menezes Sobrinho (1984), é possível que o alho plantado no Brasil tenha vindo do México, do Egito e de alguns países da América do Sul.

O alho é uma hortaliça de grande importância econômica e social no Brasil, em razão da área cultivada e da geração de mão-de-obra, o que faz com que a cultura figure entre as principais hortaliças cultivadas no país. Tem ampla utilização popular no Centro-Sul do Brasil e também se destaca no âmbito mundial (BLANK et al., 1998).

A produtividade média brasileira, na safra de 2006, foi de 8,4 t ha⁻¹, e a produção, de 87,8 mil toneladas, concentrando-se 76% nas regiões Sul e Sudeste. Minas Gerais é o maior estado produtor, contribuindo com 29% da produção brasileira, com média de produtividade de 11,1 t ha⁻¹ (IBGE, 2008).

No Egito, em solos ricos em nutrientes, a produtividade chega até 30 t ha⁻¹ (MENEZES SOBRINHO, 1984), mostrando que a nutrição mineral adequada das plantas é um dos componentes de produção mais importantes para a cultura do alho.

O alho pertence à família Liliaceae, é uma planta bienal, exigindo frio para florescer, mas se comporta como uma cultura anual, apresentando apenas a fase vegetativa de seu ciclo (FILGUEIRA, 2000). A propagação ocorre vegetativamente pelos bulbilhos, que são capazes de originar uma nova planta.

O estímulo para bulbificação requer dias longos e baixas temperaturas, enquanto, na fase final de desenvolvimento e maturação, temperaturas mais elevadas são interessantes (JONES; MANN, 1963 apud PAVAN, 1998).

As cultivares produzidas no Brasil podem ser reunidas em três grupos: cultivares precoces, de ciclo mediano e tardio, em função da duração do ciclo e exigências de fotoperíodo e temperatura. Um dos fatores limitantes para cultura é o fotoperíodo, que deve ser maior que o valor crítico da cultura (FILGUEIRA, 2000).

As cultivares tardias também são denominadas “nobres”, sendo mais exigentes em fotoperíodo e em frio. No extremo sul do Brasil há produção de bulbos, mas para o plantio no Centro-Sul há necessidade de aplicar a vernalização, alterando as exigências agroclimáticas para que haja produção de bulbos comercializáveis (FILGUEIRA, 2000). Reghin (1997) verificou que a vernalização a 4°C, de 30 a 60 dias, possibilitou a diferenciação dos bulbilhos, em média aos 51 dias após o plantio, em Botucatu – SP, nos meses de maio/junho.

A colheita deve ser realizada quando os bulbos estiverem maduros e em seguida proceder à cura, que inicialmente deve ser no campo se as condições climáticas estiverem favoráveis e depois em galpão seco e arejado.

4.2 Adubação nitrogenada na cultura do alho

O nitrogênio é um nutriente importante para a cultura do alho, influenciando na produção e qualidade dos bulbos e exercendo efeitos rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento vegetal. Os sintomas de deficiência de nitrogênio na planta podem ser observados pela clorose inicialmente nas folhas mais velhas, como resultado da proteólise

e inibição da síntese de clorofila (EPSTEIN, 1975), e pela senescência precoce da planta (MALAVOLTA, 1980). Plantas deficientes em nitrogênio tendem a ter crescimento lento e menor produtividade (LOPES, 1989), conduzindo a baixos níveis de proteína nos bulbos e nas partes vegetativas.

O nitrogênio é o elemento mais estudado na adubação da cultura do alho. Pesquisas têm demonstrado a importância desse nutriente no aumento da produtividade. Experimentos demonstram a elevada capacidade de resposta da cultura a altos níveis de nitrogênio, com aumento de produtividade e tamanho dos bulbos, mediante a utilização de 256 kg N ha⁻¹ (SOTOMAYOR, 1975), 210 kg N ha⁻¹ (MINARDI, 1978) e de 360 kg N ha⁻¹ (MAKSOUUD et al., 1984). No Brasil, o fornecimento desse nutriente ocorre em níveis mais baixos, tanto pela ausência de resposta quanto pela sensibilidade da cultura ao excesso do referido nutriente (MAGALHÃES, 1986), que pode provocar distúrbios fisiológicos.

Efeitos significativos à adubação com N foram obtidos até a dose de 40 kg ha⁻¹ (RESENDE; SOUZA, 2001a); 50 kg ha⁻¹ (NOGUEIRA, 1970; PATEL et al., 1996); 52 a 97 kg ha⁻¹ (MAROUELLI et al., 2002); 60 kg ha⁻¹ (SCALOPI et al., 1971; JUNQUEIRA; IZIOKA, 1988); 66 kg ha⁻¹ (RESENDE et al., 1993); 76 kg ha⁻¹ (CARVALHO et al. 1996); 90 kg ha⁻¹ (MORAES., 1985); 96 kg ha⁻¹ (GARCIA et al., 1994); 100 kg ha⁻¹ (VERMA et al., 1996,); 107 kg ha⁻¹ (RESENDE et al., 2000b); 160 kg ha⁻¹ (BÜLL et al., 2002) e 180 kg ha⁻¹ (SOUZA, 1990). Ao contrário, Costa et al. (1993) não verificaram efeito significativo do N na produtividade total e comercial do alho, quando utilizaram até 120 kg ha⁻¹, assim como Lipinski et al. (1995), até dose de 240 kg ha⁻¹ de N, e Sadaria et al. (1997) quando aplicaram até 75 kg ha⁻¹ de N.

A ausência de efeitos das doses de nitrogênio sobre o desenvolvimento das plantas pode ser atribuída ao fornecimento desse nutriente pela adubação orgânica e também ao teor original de matéria orgânica no solo (BÜLL et al., 2002).

A época e a frequência de aplicação desse elemento baseiam-se no crescimento e vigor das plantas. Shimoya (1970) dividiu o ciclo da cultura em três estádios bem distintos: da brotação até a completa assimilação da folha de armazenamento; da renovação das folhas novas; e da formação do bulbo até completa maturação e colheita. A resposta à adubação nitrogenada acompanha o crescimento e o desenvolvimento da cultura, sendo intensificada durante o período de bulbificação (SILVA et al., 1970).

A recomendação de adubação de cobertura prevê a aplicação de N entre 45 e 70 dias após o plantio, período em que há maior intensidade de absorção desse nutriente pela planta (SILVA et al. 1970). Parcelamentos da adubação nitrogenada em cobertura, até 70 dias após o plantio, podem promover aumento na produtividade, enquanto que aplicações mais tardias, principalmente em cultivares suscetíveis ao superbrotamento, podem reduzir a produção comercial (RESENDE; SOUZA, 2001a).

Atualmente os produtores de alho vêm adotando a prática de adubação de cobertura de N após a fase de diferenciação dos bulbilhos, associada à prática de menor irrigação, para evitar o aparecimento de superbrotamento.

Segundo Raij et al. (1996), os principais fertilizantes nitrogenados comercializados no Brasil são a uréia (44% N), o sulfato de amônio (20% N), o nitrato de amônio (32% N) e o nitrocálcio (20% N). Visando estudar essas diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados na cultura do alho, Junqueira et al. (1988) estudaram a aplicação de nitrocálcio, uréia, sulfato de amônio e nitrato de amônio nas doses de 0, 40 e 50 kg N ha⁻¹ em cobertura, aos 35 dias após o plantio, tendo concluído que não houve diferença estatística para a produção de bulbos, entre as diversas fontes, para a cultivar Pérola de Caçador. Entretanto, Moraes (1985) obteve produções superiores, quando a fonte de nitrogênio utilizada foi sulfato de amônio em comparação ao nitrocálcio e uréia, nas doses de 90 kg N ha⁻¹, em três anos consecutivos de produção, para a cultivar São Lourenço.

4.3 Superbrotamento ou pseudoperfilhamento

Uma das fases mais importantes da cultura do alho é a formação dos bulbilhos, ocasião esta em que pode ocorrer o superbrotamento ou pseudoperfilhamento (VILLAS BÔAS et al., 2003), que é uma anomalia genético-fisiológica caracterizada pela brotação antecipada dos bulbilhos. As folhas crescem através do pseudocaulo, aumentando o seu diâmetro e comprometendo não só a produção (SILVA, 1991), como a qualidade comercial dos bulbos (BURBA et al., 1996; SOUZA; CASALI, 1986).

O nitrogênio é um nutriente decisivo no aumento da produtividade, mas também pode contribuir para o aumento da incidência do pseudoperfilhamento (ALVARENGA; SANTOS, 1982; BULL et al., 2001; BULL et al., 2002; IZIOKA, 1990;

JUNQUEIRA; IZIOKA, 1988; LIMA, 2005; MORAES; LEAL, 1986; RESENDE, 1992; SANTOS, 1980; SOUZA; CASALI, 1986; VASCONCELLOS et al., 1971). Além da adubação nitrogenada, outros fatores estão relacionados à ocorrência do pseudoperfilhamento na cultura do alho, como fotoperíodo, temperatura, cultivares e irrigação (SOUZA; CASALI, 1986).

Estudando níveis de 0 a 150 kg N ha⁻¹ e parcelamento de nitrogênio na cultivar São Lourenço, Moraes e Leal (1986) observaram que quanto maior a dose e mais tardia a aplicação do nitrogênio, maior a incidência de superbrotamento.

Santos (1980), avaliando a cultivar Juréia; Junqueira e Izioka (1988), avaliando a cultivar Pérola (0, 20, 40 e 60 kg N ha⁻¹); Resende (1992), avaliando a cultivar Quitéria (0, 40, 80, 120 e 160 kg N ha⁻¹); Resende e Souza (2001b), avaliando a cultivar Quitéria (0 a 160 kg N ha⁻¹); e Bull et al. (2002), avaliando a cultivar Roxo Pérola de Caçador (0, 40, 80, 160 e 320 kg N ha⁻¹), concluíram que quanto maior a dose de N utilizada, maior a incidência de bulbos superbrotados.

Vasconcellos et al. (1971) verificaram aumento na porcentagem de plantas superbrotadas quando a dose utilizada foi de 60 kg N ha⁻¹. Verificaram também que, quando aplicado em cobertura 60 dias após o plantio, com alto nível de água disponível no solo (acima 50%), houve um aumento pronunciado na porcentagem de plantas superbrotadas.

A ocorrência de superbrotamento está relacionada à disponibilidade de água, aumentando à medida que são mantidos níveis mais elevados no solo (GARCIA, 1980). Produtores de alho que cultivam variedades suscetíveis ao superbrotamento têm se preocupado com o controle da irrigação, bem como com controle das adubações nitrogenadas em cobertura, especialmente no período de bulbificação (SOUZA, 1990).

Solos argilosos favorecem o aumento da incidência do superbrotamento na cultura do alho, pois há maior disponibilidade de água e nitrogênio para a cultura, em consequência da retenção de água e também pelo teor de matéria orgânica no solo argiloso (AMARAL et al., 1971).

4.4 Cultura de alho livre de vírus

A propagação assexuada nas variedades comerciais de alho causa a degenerescência das plantas, induzida pela disseminação de vírus entre gerações de multiplicação o que contribuiu para decréscimos de 6 a 35% na produtividade (CARVALHO, 1986).

O alho é amplamente cultivado em diferentes áreas geográficas, podendo os sintomas típicos de viroses ser encontrados em todos os cultivos comerciais (FAJARDO et al., 2001). Em inspeções realizadas nos campos das principais regiões de produção comercial de alho do Brasil, foi constatado por Pavan (1998), mediante observações visuais dos sintomas, que podem ocorrer até 100% de plantas infectadas.

A técnica de cultura de tecidos tem sido utilizada com bastante eficiência, para a cultura do alho, visando obter plantas parcial ou totalmente livres de vírus (CÂMARA, 1988; PETERS et al., 1989). Na Embrapa Hortaliças, plantas de alho livres de vírus apresentaram aumento de produtividade de massa seca dos bulbos de até 120%, além de excelente desenvolvimento vegetativo durante o ciclo da cultura, quando comparadas com plantas infectadas.

A comparação de plantas de alho obtidas por cultura de meristemas e plantas provenientes de multiplicação convencional, após cinco gerações de multiplicação revelou que os clones obtidos pelo cultivo de meristemas apresentavam 52,1% das plantas saudáveis e 21% com sintomas leves do vírus, enquanto plantas originadas de multiplicação convencional mostravam 7,14% de plantas livres de vírus, 83,33% com sintomas severos e 21,43% com sintomas leves (LIN, 1988).

Garcia et al. (1989), em trabalhos realizados no Brasil com as cultivares Lavínia, Chonan, São Lourenço e Quitéria, encontraram acréscimos médios no rendimento desses cultivares, em função da cultura de meristemas, de 8,8 a 38,0%.

Silva et al. 2002 avaliaram, por quatro anos de plantio consecutivo (1997 a 2000), cinco cultivares de alho (Gravatá, Gigante Roxo, Gigante Roxão, Gigante de Lavínia e Amarante) proveniente de multiplicação convencional e de clones dessas mesmas cultivares, oriundas de cultura de tecidos. Durante o período de avaliação, observou-se superioridade significativa dos alhos provenientes da cultura de tecido em relação às mesmas

cultivares obtidas de multiplicação convencional. Nenhuma das cultivares apresentou decréscimo significativo na produção.

O processo de degenerescência dos clones pode não ser observado em curtos períodos de avaliação, pois o nível populacional de vetores transmissores de viroses pode não ser suficientemente intenso para provocar ou iniciar o processo de degenerescência nas cultivares provenientes de cultura de tecidos (SILVA et al., 2002).

Segundo dados de Resende et al. (2000c), a razão bulbar das plantas provenientes de cultura de tecidos para cultivares Gigante Roxão e Gravatá mostrou-se superior à das plantas convencionais, entre 60 e 120 dias após o plantio, indicando que o processo de bulbificação ocorreu de forma significativamente mais lenta. O número de folhas por planta, também foi significativamente superior aos 150 dias, para as plantas de cultura de tecidos.

A produção total média das plantas provenientes de cultura de tecidos atingiu 19,9 t/ha, contra apenas 13,6 t/ha das plantas convencionais, resultando num aumento de 46,3% sobre a produção de plantas multiplicadas via convencional. Para produção comercial, obteve-se um rendimento médio de 19,4 t/ha para as plantas provenientes de cultura de tecidos e 11,9 t/ha para as plantas multiplicadas via convencional, resultando num aumento percentual de 63,0% entre as duas formas de multiplicação (RESENDE et al., 2000c).

Com o objetivo de identificar a presença de vírus, em plantas de alho do grupo nobre, Pavan (1998) coletou 586 amostras e os resultados de testes em plantas indicadoras demonstraram a presença dos Potyvirus: "Garlic yellow stripe virus", como predominante; "Onion yellow dwarf virus"; e "Leek yellow stripe virus"; dos Carlavirus: "Garlic common latent virus"; "Shallot latent virus"; e "Carnation latent virus".

Plantas de alho livres de vírus apresentam maior capacidade produtiva quando comparadas à produção de alho infectado, alho-semente do produtor. Pavan (1998) com utilização de alho-semente livre de vírus para as cultivares Caçador e Quitéria, obteve, na produção aumento de 67 e 71% respectivamente.

A utilização, pelo produtor, de clones selecionados no campo é viável, pois apresentam menor custo, maior capacidade de aclimatização, maior produtividade e melhor qualidade. O emprego de clones assintomáticos selecionados no campo promove um

aumento significativo na qualidade e na produção total, na ordem de 30 e 15% para as cultivares Caçador e Quitéria, respectivamente (PAVAN, 1998).

4.5 Correlação entre medida indireta de teor de clorofila e adubação nitrogenada

A determinação do nitrogênio pela análise química de tecidos vegetais, apesar de ser ferramenta útil para o manejo da adubação nitrogenada, requer determinações laboratoriais que demandam tempo entre a coleta, a análise e o resultado, inviabilizando a sua utilização no manejo da adubação nitrogenada, em cobertura, durante o mesmo ciclo da cultura do alho. Portanto, há necessidade de se estimar o estado nutricional da planta, com auxílio de tecnologias que apresentem resultados mais rápidos, como o uso do medidor SPAD-502.

É possível estimar o estado da nutrição nitrogenada das plantas pelo teor de clorofila nas folhas, pois há correlação positiva entre eles (SCHADCHINA; DMITRIEVA, 1995). As clorofilas são pigmentos responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, sob a forma de ATP e NADPH no processo fotossintético, o que confere à planta o crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes. Cerca de 50 a 70% do N total das folhas são integrantes de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN; BARRETO, 1997).

Nos vegetais superiores, cujos processos são influenciados por fatores internos e externos às plantas, as formas de clorofilas *a* e *b* são constantemente sintetizadas e destruídas. Entre os fatores externos, os nutrientes minerais se destacam, por integrarem a estrutura molecular das plantas, como também por atuarem em alguma etapa das reações que levam à síntese desses pigmentos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os métodos de determinação de clorofila são destrutivos, demorados e realizados em laboratório, o que dificulta a sua utilização para prever deficiências de nitrogênio de forma rotineira (GODOY, 2002). É possível estimar valores indiretos dos teores de clorofila mediante utilização do clorofilômetro de modo não destrutivo, simples e rápido.

O clorofilômetro (Minolta Chlorophyll meter SPAD-502) é um aparelho portátil que mede, de modo não-destrutivo e instantâneo, a transmitância de luz através da folha. As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao teor

relativo de clorofila presente na folha da planta, No Brasil, tal valor tem sido denominado como medida indireta de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997) ou índice relativo de clorofila - IRC (VILLAS BÔAS, 2001). Vários trabalhos têm demonstrado que o SPAD-502 pode ser utilizado na avaliação indireta do estado nutricional de N e, conseqüentemente, inferir sobre a necessidade de adubação de muitas culturas.

Os resultados apresentados pelo medidor de clorofila estão sendo considerados um bom indicador para avaliar o estado nutricional de N na planta (BLACKMER; SCHEPERS, 1995), além de apresentar boa correlação com o rendimento da culturas (PIEKIELEK; FOX, 1992; SMEAL; ZHANG, 1994).

O índice relativo de clorofila (IRC), medido pelo clorofilômetro, pode ser um indicativo para adubação nitrogenada, desde que se conheça o IRC crítico abaixo do qual a planta estaria deficiente em N. No entanto, além do teor de N na planta, outros fatores podem afetar o IRC, como as condições edafoclimáticas e a cultivar utilizada, o que dificulta o estabelecimento do nível crítico, visto que ele pode variar de ano para ano e/ou de local para local (BULLOCK; ANDERSON, 1998) ou por outros fatores que não o N disponível para planta.

Para facilitar a adubação nitrogenada, utilizando-se o clorofilômetro, é calculado um índice de suficiência de nitrogênio (ISN) pela relação entre a medida do clorofilômetro nas plantas da lavoura e a medida nas plantas da área de referência (sem deficiência de N). O adubo nitrogenado somente será aplicado quando o ISN for menor do que 95%, praticando-se a chamada "adubação quando necessária", com o objetivo de otimizar a adubação nitrogenada em cobertura (PETERSON et al., 1993).

De acordo com Schröder et al. (2000), um indicador ideal tem de prever também o excesso, além da deficiência, a fim de evitar danos ao meio ambiente e maiores gastos na produção. Para evitar erros por excesso de N aplicado, deve-se monitorar freqüentemente o IRC e utilizar doses pequenas de N, aplicando o adubo nitrogenado toda vez que o ISN for menor que 95%, e não adubando quando maior que 95% (PETERSON et al., 1993).

O manejo da adubação nitrogenada baseada no índice relativo de clorofila medido pelo clorofilômetro e chamada por Schepers et al. (1992) de "adubação quando necessária" tem aumentado a eficiência de utilização do adubo nitrogenado para a

cultura do arroz (HUSSAIN et al., 2000; PENG et al., 1996). A utilização do ISN parece ser mais viável do que a de valores críticos de IRC, pois seriam necessários valores para cada espécie, cultivar, estágio fenológico e condições edafoclimáticas (GODOY et al., 2003).

O IRC determinado aos 122 dias após o plantio na parte central da folha de alho, apresentou correlação com o teor de N com $r = 0,76$. Entretanto, quando foi determinado na região basal e na apical, as correlações foram de $r = 0,52$ e na $r = 0,66$, embora ambos fossem significativos (VILLAS BÔAS et al., 2003). Portanto, espera-se que eventuais leituras com o aparelho venham a ser feitas na parte central da folha.

Büll et al. (1996) observaram que o IRC na folha de plantas de alho acompanha o teor de N foliar em função de doses de fertilizante nitrogenado. Segundo Nakagawa (1993), um declínio no teor de N na folha pode indicar o momento de aplicar nitrogênio em cobertura.

A utilização do clorofilômetro tem demonstrado resultados positivos não apenas para a cultura do alho (BÜLL et al., 1996; BÜLL et al., 2002; LIMA, 2005; VILLAS BÔAS et al., 2003), mas também para pimentão (GODOY et al., 2003), batata (MINOTTI et al., 1994), milho (ARGENTA et al., 2002; BULLOCK; ANDERSON, 1998; DWYER et al., 1991; GODOY, 2002; PIEKIELEK; FOX, 1992; SCHEPERS et al., 1992; WOOD et al., 1992), arroz (HUSSAIN et al., 2000; PENG et al., 1996), feijão (CARVALHO et al., 2003; FURLANI et al., 1996; SILVEIRA et al., 2003; STONE et al., 2002), algodão (NEVES et al., 2005; WOOD et al., 1993) e mamona (LAVRES JUNIOR et al., 2005).

A utilização do clorofilômetro apresenta perspectivas de aplicabilidade prática, em razão da sua rapidez, precisão e baixo custo, podendo ser eficaz na identificação de plantas com deficiência ou com nível adequado de nitrogênio (RAMBO et al., 2004). Permitindo diagnóstico rápido da lavoura e auxiliando na tomada de decisão sobre a necessidade ou não da aplicação de N em cobertura.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Para a validação da hipótese sobre a adubação nitrogenada na cultura do alho, foram montados dois experimentos, independentes, em condições edafoclimáticas diferentes: um no estado do Paraná e o outro em Minas Gerais.

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento I foi instalado no município de Guarapuava - PR. As coordenadas geográficas da área são aproximadamente: 25°23' latitude sul, 51°27' longitude oeste de Greenwich. Clima Subtropical Úmido Mesotérmico, verões frescos (temperatura média inferior a 22° C), invernos com ocorrências de geadas severas e frequentes (temperatura média superior a 3° C e inferior a 18° C), não apresentando estação seca. Esse experimento foi montado a campo, com irrigação por aspersão convencional.

O experimento II foi instalado no município de Santa Juliana - MG. As coordenadas geográficas da área são aproximadamente: 19°18' latitude sul, 47°31' longitude oeste de Greenwich. Esse experimento foi instalado em telado, com irrigação por gotejamento.

Antes da instalação dos experimentos, o solo foi amostrado para realização da análise química. As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Raij e Quaggio (1983). Os micronutrientes Fe, Mn, Zn, Cu e B, foram analisados apenas no experimento II, pelo extrator DTPA, método descrito por

Camargo et al. (1986). Já o boro foi determinado pelo método de bário-microondas, descrito por Abreu et al. (1998).

Para o experimento I, a análise química do solo foi realizada pelo Laboratório de Análise de Solos – Tecsolo, localizado em Guarapuava-PR. Os resultados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo. Guarapuava-PR, 2006.

	pH	M.O.	P (resina)	Al	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	Ca Cl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----		mmol _c dm ⁻³	-----				
0-20 cm	4,3	40	4,7	6	94	2,5	29	26	58	152	38
20-40 cm	4,3	38	4,2	9	93	2,5	27	14	45	137	32

Para o experimento II, a análise química do solo foi realizada pela Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, localizada em Pompéia, SP. Os resultados encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Análise química do solo. Santa Juliana-MG, 2006.

	pH	M.O.	P (resina)	Al	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	Ca Cl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----		mmol _c dm ⁻³	-----				
0-20 cm	6,0	24	104	0	25	3,9	54	14	72	97	74
20-40 cm	5,9	23	86	0	25	2,0	51	14	67	92	73

Tabela 3. Análise química dos micronutrientes do solo. Santa Juliana-MG, 2006.

	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	----- mg dm ⁻³ -----				
0-20 cm	33	4,0	5,2	5,1	1,14
20-40 cm	38	2,8	4,7	2,4	0,44

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

Os experimentos foram instalados em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições para o experimento I e seis para o experimento II. As parcelas foram dimensionadas com 2,0 m de comprimento por 1,2 m de largura de canteiro, com espaçamento de 10 cm entre plantas e 20 cm entre linhas. Os tratamentos consistiram de aplicações de doses de 0, 20, 40, 80, 160 e 320 kg N ha⁻¹. A fonte utilizada foi nitrato de amônio.

Para ambos os experimentos, o parcelamento ocorreu em razão do estágio fenológico da cultura. No experimento I, aplicando-se 20% da dose quando as plantas apresentavam de 5 a 6 folhas; 30% quando apresentavam de 7 a 8 folhas, o que ocorre antes da diferenciação (formação de bulbilhos); e 50% após a fase de diferenciação. No experimento II, o parcelamento ocorreu da seguinte forma: 25% da dose quando as plantas apresentavam de 3 a 4 folhas; 25% quando apresentavam de 5 a 6 folhas, o que ocorre antes da diferenciação; e 50% após a fase de diferenciação.

As adubações nitrogenadas foram feitas na forma de solução aquosa de nitrato de amônio, utilizando-se um regador para distribuí-la uniformemente sobre a área da parcela.

5.3 Procedimento experimental: implantação e condução

A calagem e a adubação foram calculadas com base na média das camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm da análise de solo e ajustadas para incorporação na camada de 0-30 cm.

A calagem teve por objetivo atingir 75% saturação por bases, aplicando-se calcário dolomítico, e foi realizada apenas no experimento I. A adubação de plantio foi realizada visando atingir 250 mg dm⁻³ de P, equilibrar $Ca^{2+} + Mg^{2+} / K^+ = 25$ e ajustar o boro e zinco para 1 e 6 mg dm⁻³, respectivamente. As fontes utilizadas foram superfosfato simples, termofosfato, cloreto de potássio, ácido bórico, sulfato de zinco, além de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino.

A cultivar utilizada foi Caçador L.V. (Livre de Vírus), pertencente ao grupo dos “alhos nobres”, ou seja, do grupo das cultivares tardias. Os bulbos caracterizam-se por apresentar bulbilhos graúdos e em pequeno número, coloração externa roxa e alta capacidade de conservação (FILGUEIRA, 2000), sendo bem aceitos no mercado por terem qualidade comparável à do alho argentino.

Os bulbilhos isentos de vírus foram obtidos pela cultura de tecidos e termoterapia no Departamento de Produção Vegetal – Setor de Defesa Fitossanitária FCA / UNESP, aclimatizados em casa de vegetação e multiplicados por quatro gerações, em telado, no município de Guarapuava - PR. Foram utilizados para o plantio bulbos nº 6 e bulbilhos nº 4, de acordo com a classificação da Circular nº 50/81, da Comissão Técnica de Normas e Padrões do Ministério da Agricultura.

No experimento I, o plantio dos bulbilhos foi realizado no dia 10/06/06, e a colheita, aos 149 dias após o plantio (DAP). No experimento II, o plantio dos bulbilhos foi realizado dia 12/05/06, e a colheita, aos 112 DAP. Foram adotados os tratos culturais referentes a cultura do alho como medidas preventivas de controle de pragas e doenças.

5.4 Avaliações

5.4.1 Comprimento das plantas e índice relativo de clorofila (IRC)

As avaliações para a determinação do comprimento das plantas foram realizadas nos mesmos dias das adubações nitrogenadas de cobertura, e também 15 dias após a última aplicação. Essa medida foi obtida com o auxílio de uma régua graduada, da superfície do solo até a extremidade da folha mais comprida de cada planta. Para tanto, foram amostradas 10 plantas em cada parcela, obtendo-se assim o comprimento médio das plantas.

As determinações do índice relativo de clorofila (IRC) das folhas foram realizadas nos mesmos dias das avaliações de comprimento, nas mesmas 10 plantas amostradas para o comprimento. A leitura foi realizada na parte central da folha recentemente expandida e fisiologicamente madura.

A medida indireta do teor de clorofila foi obtida com o auxílio do medidor portátil, o clorofilômetro Chlorophyll meter, modelo SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), da Minolta Corporation Ltda, Osaka-Japão (1989).

Os valores obtidos pelo equipamento têm como base a quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, os quais medem a intensidade da coloração verde da folha (quantidade de luz absorvida pela clorofila). Esses valores, cuja unidade é denominada SPAD, são designados Índice Relativo de Clorofila (IRC).

5.4.2 Índice de suficiência de nitrogênio (ISN)

O índice de suficiência de nitrogênio na planta (ISN) foi determinado pela da média dos valores das leituras de IRC na parcela (LP) e em uma parcela de referência (LR) determinada pelas plantas que receberam a maior dose, por terem maior probabilidade de não haver deficiência de nitrogênio, de acordo com as considerações de Godoy et al. (2003). Os valores foram obtidos pelo cálculo: $ISN = (LP/LR) \times 100$.

5.4.3 Teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas

Para a avaliação do estado nutricional da planta, foram amostradas as folhas em que foram realizadas as leituras de IRC. O período de amostragem correspondeu, para o experimento I, aos estádios de 7 a 8 folhas e na fase da diferenciação; e para o experimento II, aos estádios de 5 a 6 folhas, na fase de diferenciação, e 15 dias após a última adubação de cobertura, de acordo com as Tabelas 4 e 5. As análises foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Recursos Naturais (Ciência do Solo), pertencentes à Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu – SP, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Tabela 4. Resumo do parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura e momento das avaliações de comprimento (C), índice relativo de clorofila (I) e amostragem para análise química foliar (Q) - Experimento I. Guarapuava-PR, 2006.

	Momento da avaliação			
	5 a 6 folhas	7 a 8 folhas	Diferenciação	+ 15 dias
% dose N	20	30	50	0
Dias após o plantio	34	55	115	130
Avaliações	CI	CIQ	CIQ	CIQ*

* - Amostragem para análise química foi perdida

Tabela 5. Resumo do parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura e momento das avaliações de comprimento (C), índice relativo de clorofila (I) e amostragem para análise química foliar (Q) - Experimento II. Santa Juliana-MG, 2006.

	Momento da avaliação			
	3 a 4 folhas	5 a 6 folhas	Diferenciação	+ 15 dias
% dose N	25	25	50	0
Dias após o plantio	13	28	74	89
Avaliações	CI	CIQ	CIQ	CIQ

5.4.4 Produção e classificação

As plantas destinadas à avaliação da produção foram coletadas a partir de 0,5 m de cada extremidade da parcela, coletando-se 10 plantas por linha, o que totalizou 50 plantas por parcela. Após a colheita, as plantas passaram pelo período de cura por 30 dias, a fim de favorecer gradual perda de umidade e concentração de sólidos nos bulbos, melhorando a conservação (FILGUEIRA, 2000).

Após o período de cura, os bulbos foram classificados em função do diâmetro transversal, em classes de 3 a 7 (Tabela 6). Para cada tratamento foram calculadas as produtividades total e comercial, o peso médio dos bulbos e número de bulbilhos por bulbo.

Para a composição da produtividade comercial, foram considerados bulbos de classe 3 ou superior, isentos de sintomas de ataque de pragas e doenças ou outra anomalia.

Tabela 6. Classificação de bulbos de alho segundo o maior diâmetro transversal.

Classes*	Diâmetro transversal (mm)
7	mais que 56
6	mais de 47 até 56
5	mais de 42 até 47
4	mais de 37 até 42
3	mais de 32 até 37

* Ministério da Agricultura – Portaria nº 242 de 17 de setembro de 1992.

5.4.5 Índice de formato

O índice de formato é um parâmetro associado à qualidade, obtido da divisão do diâmetro longitudinal pelo diâmetro transversal do bulbo. Valores próximos a um indicam formato mais cilíndrico, enquanto valores inferiores a um indicam bulbos mais achatados, portanto, com característica comercial mais desejável, tendo melhor aceitação pelo consumidor.

O índice de formato foi determinado após o período de cura, tendo sido amostrados 10 bulbos aleatoriamente para a composição da média de cada parcela.

5.4.6 Ocorrência de pseudoperfilhamento

A ocorrência do pseudoperfilhamento foi quantificada nas 50 plantas destinadas à análise da produção, no momento da colheita.

5.5 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, após constatação do efeito significativo, foi adotada a análise de regressão, ajustando-se as equações aos dados obtidos a partir das doses de nitrogênio, tendo como critério para escolha do modelo matemático o teste F significativo a 5% e magnitude dos coeficientes de

determinação. A correlação foi obtida pelo método de Pearson. Os programas estatísticos utilizados foram o SISVAR 4.2 (Ferreira, 2003) e o Sigma Stat 2.0.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimento I

A Tabela 7 apresenta o quadro da análise de variância para comprimento de plantas e índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho.

Tabela 7. Análise de variância para comprimento de plantas e índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho. Guarapuava-PR, 2006.

Causa de variação	Comprimento (cm)			
	5 a 6 folhas	7 a 8 folhas	diferenciação	+ 15 dias
Dose de N	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	**	ns	ns
Q.M. Resíd	1,49	2,79	7,75	10,53
C.V. (%)	4,7	4,1	3,0	3,4
	IRC (Spad)			
	5 a 6 folhas	7 a 8 folhas	diferenciação	+ 15 dias
Dose de N	ns	ns	*	**
Bloco	ns	ns	ns	**
Q.M. Resíd	0,79	1,14	4,74	1,18
C.V. (%)	1,3	1,5	3,2	1,6

** - significativo a 1%, * - significativo a 5%, ns - não significativo

O crescimento das plantas, avaliado pelo comprimento, não foi influenciado pelas doses de N nas épocas avaliadas, a média obtida no experimento foi de 92,8 cm na fase de diferenciação (Tabela 8); tais resultados concordam com os obtidos por Büll et al. (2002).

Tabela 8. Comprimento de plantas de alho em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	5 a 6 folhas	7 a 8 folhas	diferenciação
-----Comprimento (cm)-----			
0	25,8	41,1	93,6
20	25,1	40,2	91,9
40	26,7	41,5	93,1
80	26,0	41,5	93,9
160	25,7	41,8	93,3
320	25,6	39,9	91,2
Média	25,8	41,0	92,8

As avaliações de IRC com 5 a 6 folhas e 7 a 8 folhas, portanto no dia da primeira adubação de cobertura e 21 dias após, não sofreram influência das doses de N aplicadas. A média foi de 71,1 unidades Spad para ambos os casos (Tabela 9).

Tabela 9. Índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	5 a 6 folhas	7 a 8 folhas
-----IRC (Spad)-----		
0	71,3	70,8
20	70,5	71,0
40	71,0	70,5
80	71,5	70,9
160	70,7	71,5
320	71,4	71,7
Média	71,1	71,1

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio proporcionou o aumento linear do IRC nas folhas do alho na fase de diferenciação e 15 dias após (Figura 1). Essa maior intensidade da cor verde da folha do alho caracterizada após a segunda e terceira adubação do nitrogênio, ocorre em razão de esse nutriente ser componente do grupo pirrólico na molécula da clorofila, o que contribuiu na síntese desse composto. Rezende (1994) sugeriu o período de 6 a 9 dias como intervalo para se obter o máximo de aumento do teor de clorofila em função da aplicação de nitrogênio. Os resultados obtidos indicam, para essa cultura, um intervalo consideravelmente maior para se obter aumento no teor de clorofila, que o sugerido por esse autor.

O Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) é uma das formas de viabilizar a avaliação de medidas do clorofilômetro. Tem-se adotado o valor de ISN de 95 % como referência para adubação, quando necessário, para a cultura do milho (MURDOCK et al., 1997), pimentão (HARTZ et al., 1993 e GODOY et al., 2003) e alho (LIMA, 2005).

Na Tabela 10 verifica-se que, quando as plantas estavam no estágio de 5 a 6 folhas e de 7 a 8 folhas, o ISN foi superior a 95% para todas as doses de N, indicando, de acordo com os autores citados, condições adequadas da nutrição nitrogenada.

Na fase de diferenciação, apenas as doses de 0 e 40 kg N ha⁻¹ apresentaram ISN inferior a 95%, embora os valores estivessem muito próximos do limite inferior.

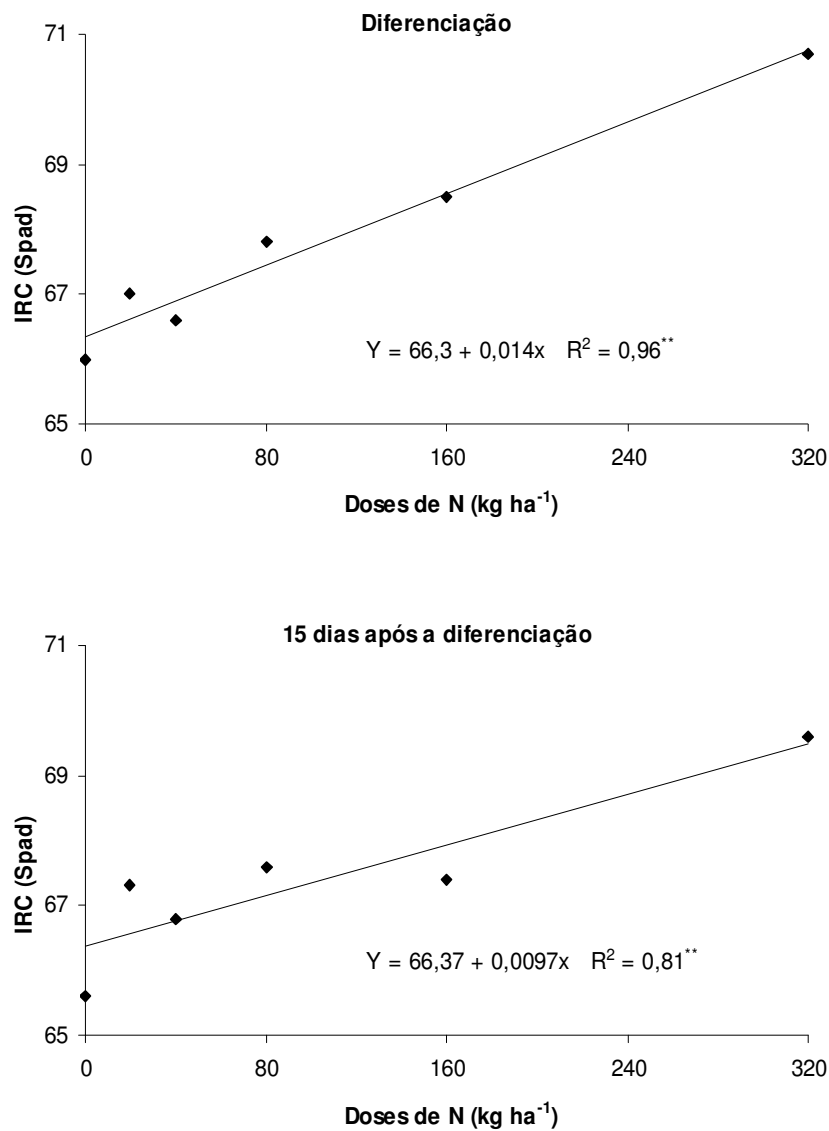


Figura 1. Índice Relativo de Clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.

Tabela 10. Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) em plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	5 a 6 folhas	7 a 8 folhas	diferenciação	15 dias após a diferenciação
	-----ISN (%)-----			
0	100	99	93	95
20	99	99	95	97
40	99	98	94	96
80	100	100	96	97
160	99	100	97	97
320	100	100	100	100

A Tabela 11 apresenta o quadro da análise de variância para os teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho.

Tabela 11. Análise de variância para teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho. Guarapuava-PR, 2006.

Causa de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- 7 a 8 folhas -----					
Dose de N	**	ns	*	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	**	ns
Q.M. Res.	1,56	0,01	4,51	0,32	0,18	1,24
C.V. (%)	2,4	4,1	4,3	5,9	6,7	9,5
----- Diferenciação -----						
Dose de N	ns	ns	ns	ns	ns	**
Bloco	ns	ns	**	ns	**	ns
Q.M. Res.	8,82	0,12	10,50	0,61	0,19	0,85
C.V. (%)	9,7	9,2	6,4	7,7	7,1	9,3

** - significativo a 1%, * - significativo a 5%, ns - não significativo

Os teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea foram influenciados pelas doses de N somente quando as plantas estavam com 7 a 8 folhas, ou seja, 21 dias após a aplicação da primeira cobertura nitrogenada com 20 % da dose. Houve comportamento quadrático em função do aumento das doses de N e o máximo teor de N estimado foi de 53 g kg⁻¹ para a dose de 205 kg N ha⁻¹ (Figura 2).

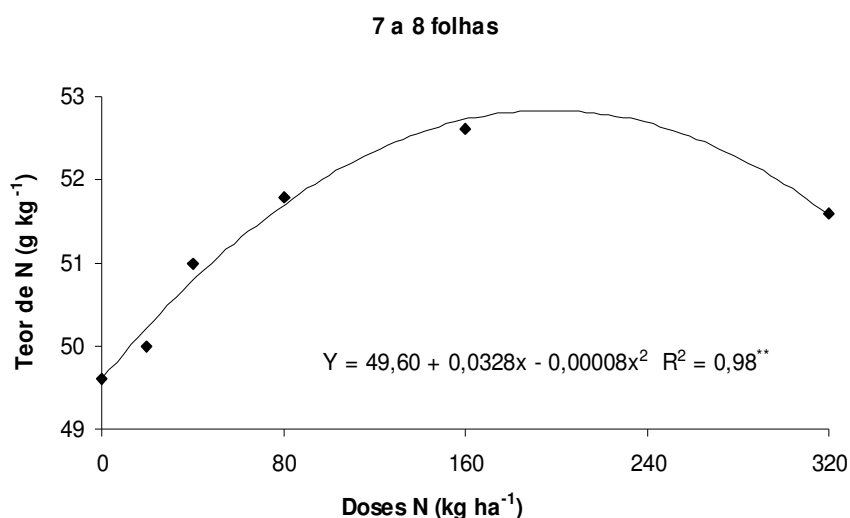


Figura 2. Teor de nitrogênio em folhas de plantas de alho com 7 a 8 folhas, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.

Na fase de diferenciação, o teor de nitrogênio foliar não foi influenciado pelas doses de N, a média foi de 31 g kg⁻¹ (Tabela 12). Observa-se que houve redução no teor de N quando comparado à amostragem realizada na fase de 7 a 8 folhas. Esses resultados são compatíveis com o estágio fenológico da cultura, uma vez que, no início do desenvolvimento, em função do menor porte da planta, quando comparado à fase de diferenciação, há maior concentração de N no tecido, originado principalmente das reservas contidas no bulbilho semente. Com o desenvolvimento da cultura, há translocação para outras partes da planta, sobretudo para a formação dos bulbos, além do efeito de diluição com o crescimento da planta.

A Tabela 12 apresenta os teores dos macronutrientes que não foram influenciados pelas doses de N aplicadas em cobertura, quando as plantas apresentavam de 7 a 8 folhas e na fase da diferenciação. Embora não influenciados pelas doses de nitrogênio, observa-se, à exceção do N, que os teores estão dentro da faixa considerada adequada por Raij et al. (1996), que são de 35 a 50 g N kg⁻¹, 3 a 5 g P kg⁻¹, 35 a 50 g K kg⁻¹, 6 a 12 g Ca kg⁻¹, 2 a 4 g Mg kg⁻¹, no período próximo à fase de diferenciação.

Tabela 12. Teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Teores de macronutrientes (g kg ⁻¹)				
	P	Ca	Mg	S	
	----- 7 a 8 folhas -----				
0	2,8	10	6,4	12,0	
20	2,8	9	6,3	11,7	
40	2,7	10	6,0	12,2	
80	2,7	10	6,4	11,8	
160	2,8	10	6,4	11,5	
320	2,7	10	6,8	11,3	
Média	2,8	10	6,4	11,8	
	N	P	K	Ca	Mg
	----- Diferenciação -----				
0	31	3,8	49	11	6,1
20	31	3,6	51	10	6,2
40	31	4,0	48	11	6,0
80	29	3,8	51	10	6,0
160	31	3,6	53	10	5,9
320	33	3,4	52	10	6,2
Média	31	3,7	51	10	6,1

O teor de potássio no tecido foliar foi influenciado pelas doses de N somente na amostragem realizada na fase de 7 a 8 folhas (Tabela 11 e Figura 3). Observa-se efeito quadrático com a elevação nas doses de N, diferindo de resultados obtidos por Lima (2005), que obteve diminuição linear com o aumento das doses de N até a doses de 360 kg ha⁻¹, com a cultivar Caçador multiplicada convencionalmente. Segundo considerações de Usherwood (1982) e Fageria (1982), quando a disponibilidade de potássio é adequada, adições de nitrogênio aumentam consideravelmente a absorção de potássio, por plantas de milho e arroz, em razão do estímulo das adubações nitrogenadas no crescimento vegetativo.

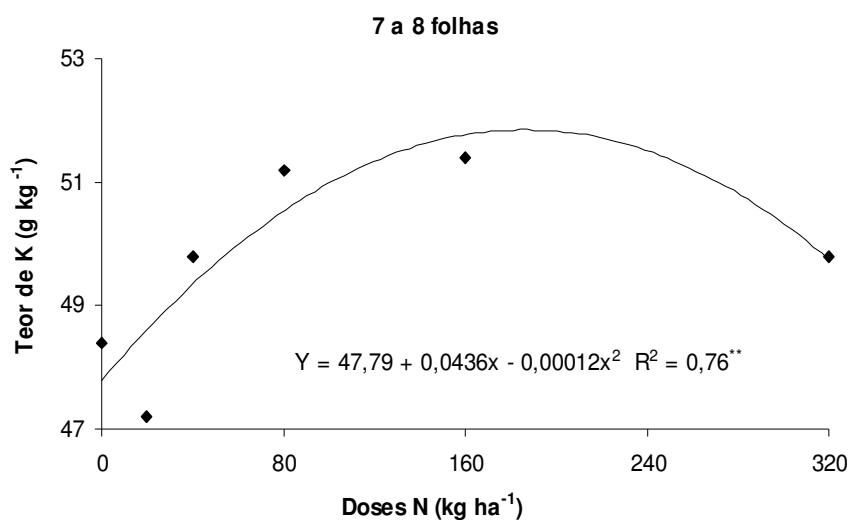


Figura 3. Teor de potássio em folhas de plantas de alho com 7 a 8 folhas, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.

Para os teores de enxofre, houve influência das doses de N apenas na fase de diferenciação. Observa-se efeito quadrático (Figura 4), onde há tendência na redução da concentração de S. Nessa fase não foi observado o efeito de inibição competitiva do nitrogênio sobre a absorção de enxofre, como relatado por Büll et al. (2002) e Lima (2005), visto que os teores de N não foram influenciados, no referido período, pelas doses de N aplicadas.

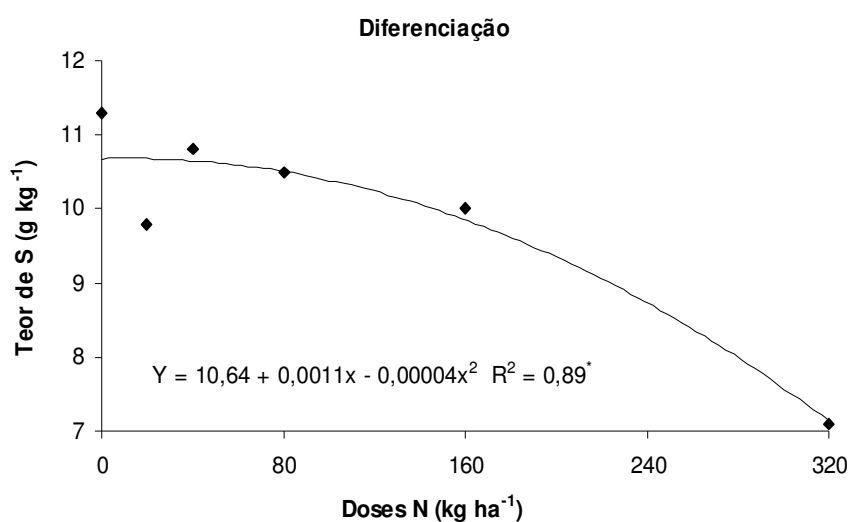


Figura 4. Teor de enxofre em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.

Os teores de fósforo, cálcio e magnésio não foram influenciados pelas doses de N aplicadas (Tabela 11); os teores encontrados na matéria seca da parte aérea estão apresentados na Tabela 12. Resultados semelhantes foram obtidos por Büll et al. (2002) e Lima (2005), com a cultivar Caçador convencional.

A Tabela 13 apresenta o quadro da análise de variância para os teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Observa-se que esses não foram influenciados pelas doses de N. As médias encontram-se na Tabela 14.

Tabela 13. Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Guarapuava-PR, 2006.

Causa de variação	7 a 8 folhas				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Dose de N	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	*	ns	ns
Q.M. Res.	19,8	0,48	370,29	168,03	1,39
C.V. (%)	7,6	8,6	11,5	17,0	6,3

Causa de variação	Diferenciação				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Dose de N	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	**	ns	ns	ns
Q.M. Res.	39,01	111,16	2800,66	357,55	21,42
C.V. (%)	9,2	15,1	28,3	37,6	15,4

** - significativo a 1%, * - significativo a 5%, ns - não significativo

Tabela 14. Teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Teores de micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	7 a 8 folhas				
0	54	8	174	71	19
20	59	8	168	72	19
40	59	8	180	75	18
80	62	8	155	78	19
160	61	8	164	79	18
320	59	8	163	84	19
Média	59	8	168	76	19

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Diferenciação				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	70	75	182	46	30
20	71	68	223	44	31
40	69	64	159	58	29
80	67	67	161	49	28
160	66	74	202	53	30
320	65	71	194	60	32
Média	68	70	187	50	30

Embora não influenciados pelas doses de nitrogênio, observa-se na Tabela 14 que todos os teores dos micronutrientes na matéria seca da parte aérea encontram-se dentro da faixa considerada adequada por Raij et al. (1996), que são de 30 a 60 mg B kg⁻¹, 5 a 10 mg Cu kg⁻¹, 50 a 100 mg Fe kg⁻¹, 30 a 100 mg Mn kg⁻¹, 30 a 100 mg Zn kg⁻¹, no período próximo à fase de diferenciação.

Não foram obtidas plantas pseudoperfilhadas neste experimento, devido muito provavelmente à suspensão da irrigação, no período que antecedeu a fase de diferenciação, e também à cobertura com 50% da dose somente após a fase de diferenciação, práticas utilizadas por produtores de alho para evitar o surgimento dessa anomalia. A ocorrência de pseudoperfilhamento está associada, dentre outros fatores, à disponibilidade de água no solo e à adubação nitrogenada próxima à fase de diferenciação (VASCONCELOS et al., 1971). Quanto maior a disponibilidade de água no solo e mais próxima a adubação de cobertura da diferenciação, maior é a porcentagem de plantas pseudoperfilhadas.

Os resultados obtidos contrariam relatos de Büll et al. (2002), que obtiveram média de 36% de pseudoperfilhamento utilizando doses de N em cobertura variando entre 40 e 320 kg ha⁻¹, parceladas aos 30 e 50 dias após a emergência, com a cultivar Caçador convencional, no município de Botucatu, SP. Segundo Nakagawa (1993), a média considerada aceitável para culturas de boa produtividade é de 5 a 10%.

Semelhantes a este, existem trabalhos nos quais a adição de nitrogênio não influenciou a incidência do pseudoperfilhamento. São os casos de Seno et al. (1990) e Silva (1991). A cultivar utilizada no presente trabalho é classificada como "nobre", por ter adaptação climática forçada, pela vernalização, para plantio em regiões menos frias que as de origem. Portanto, a cultivar sofre forte influência das variações climáticas, que podem alterar o desenvolvimento da planta e levar a respostas diferentes de acordo com o ano e local de plantio.

A Tabela 15 apresenta os resultados da análise de variância para o peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato e produtividade total.

Tabela 15. Análise de variância para peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato e produtividade total. Guarapuava-PR, 2006.

Causa de variação	Peso médio de bulbo	Nº de bulbilhos por bulbo	Índice de formato	Produtividade total
Dose de N	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns
Q.M. Resíduo	12,7	0,2112	0,0002	1249499,8
C.V. (%)	7,1	3,6	1,9	7,1

ns – não significativo

O peso médio dos bulbos e o número de bulbilhos por bulbo não foram influenciados pelas doses de N aplicadas em cobertura. No entanto, a média geral do experimento foi de 50,5 g por bulbo e de 12,9 bulbilhos por bulbo (Tabela 16), evidenciando a qualidade dos bulbos obtidos.

Tabela 16. Peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato dos bulbos e produtividade comercial, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava-PR, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Peso médio de bulbo (g)	Nº de bulbilhos por bulbo	Índice de formato	Produtividade Comercial (kg ha ⁻¹)
0	49,3	13,0	0,714	15.417
20	48,9	13,3	0,712	15.280
40	50,2	12,9	0,702	15.687
80	51,9	12,7	0,708	16.220
160	51,8	12,8	0,706	16.179
320	50,6	12,9	0,708	15.822
Média	50,5	12,9	0,708	15.768

De maneira semelhante, o índice de formato, parâmetro associado à qualidade dos bulbos, também não foi influenciado pelas doses de N. O baixo coeficiente de variação (Tabela 15) indica a uniformidade no formato dos bulbos produzidos, tendo sido o valor médio obtido de 0,708 (Tabela 16), indicando formato achatado, o que é comercialmente desejável.

A produtividade não foi influenciada pelas doses de N. A média do experimento foi de 15.768 kg ha⁻¹ (Tabela 16). Embora não observada resposta significativa para produtividade em função da adubação nitrogenada, a produtividade obtida foi satisfatória

e muito superior à do Estado do Paraná, na safra de 2006 (4,7 t ha⁻¹ / IBGE 2008). A produtividade comercial foi igual à produtividade total, não houve descarte de bulbos em virtude do pseudoperfilhamento, do ataque de pragas ou doenças e de bulbos inferiores à classe 3.

Ausência de respostas a nitrogênio, aplicado em cobertura, sobre a produção de bulbos, 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 fase de diferenciação, em bulbilhos.

Os bulbos foram distribuídos nas classes 5, 6 e 7, segundo a classificação da Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992, do Ministério da Agricultura (Figura 5). Houve redução dos bulbos da classe 5 em função do aumento das doses de N (Figura 6), ou seja, a adubação nitrogenada influenciou positivamente no tamanho dos bulbos, o que é interessante, porque bulbos de maior diâmetro são mais valorizados na comercialização.

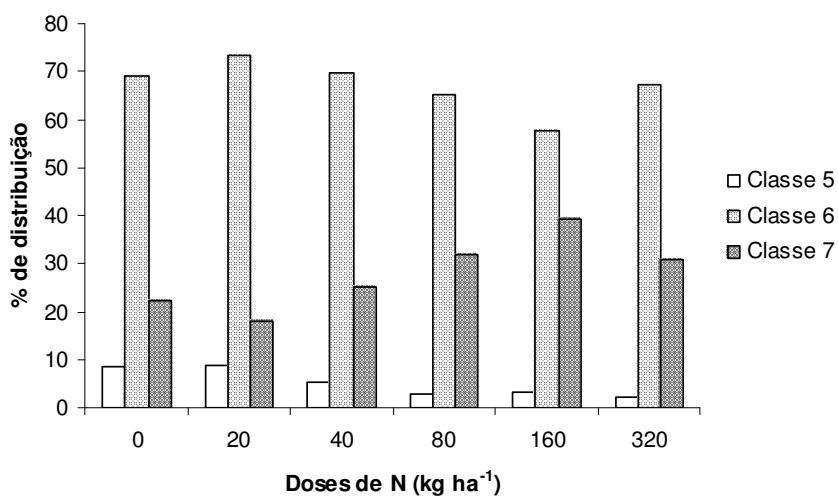


Figura 5. Classificação dos bulbos segundo a Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992 - Ministério da Agricultura. Guarapuava – PR, 2006.

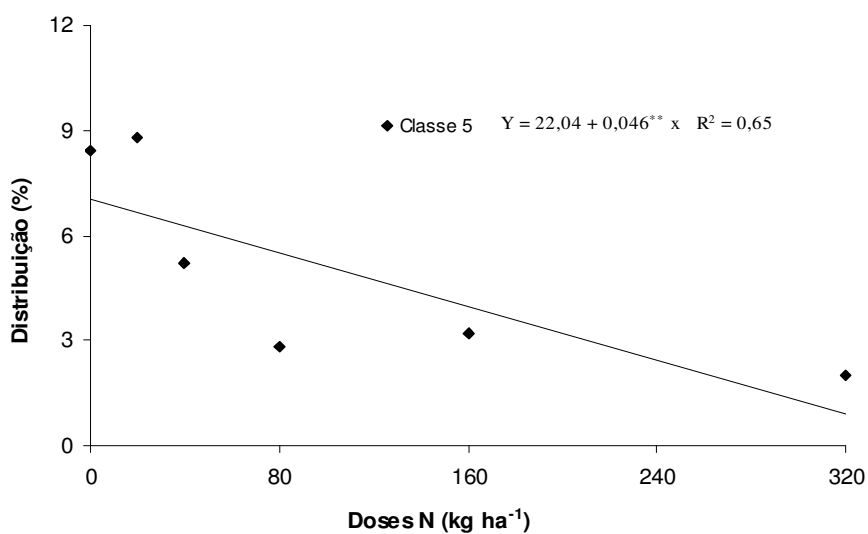


Figura 6. Porcentagem de distribuição dos bulbos da classe 5, em função de doses de nitrogênio. Guarapuava – PR, 2006.

A Tabela 17 apresenta a correlação entre o IRC, teor de nitrogênio na folha e produtividade total de plantas de alho.

Tabela 17. Coeficiente de correlação entre índice relativo de clorofila (IRC), teor de nitrogênio na folha e produtividades total e comercial. Guarapuava-PR, 2006.

Fatores Correlacionados	Fase de amostragem	Coeficiente de correlação
IRC x N foliar	7 a 8 folhas	ns
	diferenciação	0,51**
IRC x Produtividade total	7 a 8 folhas	0,50**
	diferenciação	ns
N foliar x Produtividade total	7 a 8 folhas	ns
	diferenciação	ns

** - significativo a 1%, ns - não significativo

Quando as plantas encontravam-se na fase de 7 a 8 folhas, não houve correlação significativa entre IRC e N foliar e entre N foliar e produtividade total, assim como na fase de diferenciação também não houve correlação significativa entre IRC e produtividade total e entre N foliar e produtividade total.

Houve correlação significativa positiva para IRC e produtividade total quando as plantas encontravam-se na fase de 7 a 8 folhas. Para IRC e N foliar, na fase de diferenciação. Os coeficientes de correlação foram 0,50** e 0,51**, respectivamente. Os coeficientes de correlação obtidos neste experimento foram relativamente baixos, tendo alguns autores como Peng et al. (1996) e Chapman e Barreto (1997), encontrado coeficientes de correlação mais altos, em torno de 0,95, quando consideraram o peso específico da folha para reduzir o efeito da espessura da folha na leitura do aparelho.

A ausência de efeito do nitrogênio sobre o desenvolvimento das plantas pode ser atribuída ao fornecimento desse nutriente pela matéria orgânica, em razão de seu alto teor no solo (40 g dm^{-3}), bem como da adição de 20 t ha^{-1} de esterco bovino, que foi aplicado com a finalidade de simular as condições de campo 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 (12 g dm^{-3}), ao passo que, em terra roxa estruturada, com 27 g dm^{-3} 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 (2001b) obtiveram redução linear na produtividade comercial com o incremento de doses de nitrogênio, embora a produtividade total tivesse aumentado até a dose de 150 kg N ha^{-1} . 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.

Existe grande dificuldade de se prever a disponibilidade de N no solo, principalmente, em razão da dinâmica desse nutriente. No entanto, a estimativa da mineralização da matéria orgânica fornecida por um método adequadamente calibrado pode representar uma contribuição importante para a recomendação racional da adubação nitrogenada, desde que se reconheçam as limitações inerentes ao método (CANTARELLA, 1989). Assim, em razão da elevada quantidade de matéria orgânica do solo do experimento, 40 g dm^{-3} na camada de 0 a 20 cm, pode-se prever que esse solo pode disponibilizar $160 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, valor esse obtido pela suposição de que a matéria orgânica do solo tenha em média 10 % de N (RAIJ, 1981) e de que tenha havido uma mineralização de 2 % ao ano (KIEHL, 1993), além da aplicação de 20 t ha^{-1} de esterco bovino. A liberação de nitrogênio, e também de outros nutrientes, decorrente da mineralização da matéria orgânica, pode ter sido suficiente para o bom desenvolvimento da cultura, interferindo na absorção das doses de N aplicadas.

6.2 Experimento II

A Tabela 18 apresenta o quadro da análise de variância para comprimento de plantas e índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho, quando as plantas apresentavam de 3 a 4 folhas, de 5 a 6 folhas, na fase de diferenciação e 15 dias após.

Tabela 18. Análise de variância para comprimento de plantas e índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho. Santa Juliana-MG, 2006.

Causa de variação	Comprimento (cm)			
	3 a 4 folhas	5 a 6 folhas	diferenciação	+ 15 dias
Dose de N	ns	ns	ns	ns
Bloco	**	**	**	**
Q.M. Resíd	1,23	1,17	10,24	9,12
C.V. (%)	3,0	2,3	3,6	3,2
	IRC (Spad)			
	3 a 4 folhas	5 a 6 folhas	diferenciação	+ 15 dias
Dose de N	ns	ns	**	**
Bloco	**	ns	ns	**
Q.M. Resíd	1,07	4,00	2,91	2,48
C.V. (%)	1,8	3,5	2,6	2,7

** - significativo a 1%, ns - não significativo

Semelhante ao experimento I, o comprimento das plantas não foi influenciado pelas doses de N em nenhuma época de avaliação. A maior média foi obtida aos 89 DAP, 15 após a fase de diferenciação dos bulbos, quando ocorreu a terceira e última adubação de cobertura, e foi de 95,3 cm (Tabela 19). Lima (2005), utilizando a cultivar Caçador convencional, obteve altura média de 80,5 cm aos 80 dias após a emergência das plantas.

Tabela 19. Comprimento de plantas de alho em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	3 a 4 folhas	5 a 6 folhas	diferenciação	+ 15 dias
	----- Comprimento (cm)-----			
0	38,0	48,5	88,9	95,0
20	38,0	48,0	89,2	94,5
40	37,4	47,6	88,3	96,2
80	36,3	48,4	89,5	95,5
160	38,0	48,0	89,6	96,3
320	36,5	48,6	88,1	93,7
Média	37,4	48,1	88,9	95,3

Segundo avaliações de IRC realizadas quando as plantas apresentavam de 3 a 4 folhas e de 5 a 6 folhas, os índices não foram influenciadas pelas doses de N aplicadas. As médias foram de 57,5 e 57,9 unidades Spad, respectivamente (Tabela 20). No entanto, na fase de diferenciação e 15 dias após, houve influência das doses de N sobre o IRC. Esse resultado pode ser justificado por esse nutriente ser componente do grupo pirrólico na molécula de clorofila. Rezende (1994) sugeriu o período de 6 a 9 dias como intervalo para se obter o máximo de aumento do teor de clorofila, em decorrência da aplicação do nitrogênio, tendo como parâmetros de avaliação os mesmos pressupostos neste trabalho.

Tabela 20. Índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	3 a 4 folhas	5 a 6 folhas
	----- IRC (Spad) -----	
0	57,3	58,3
20	58,2	58,3
40	57,8	57,9
80	57,1	55,5
160	57,7	58,1
320	56,8	59,3
Média	57,5	57,9

Vale destacar que Büll et al. (2002) não verificaram aumento no teor de clorofila em função de doses crescentes de nitrogênio, utilizando a cultivar Caçador convencional. A análise de regressão confirma a tendência de aumento na síntese de clorofila com a adição de nitrogênio. O modelo obtido foi linear na fase de diferenciação e quadrático 15 dias após a diferenciação, com o máximo estimado para a dose de 250 kg N ha⁻¹ (Figura 7).

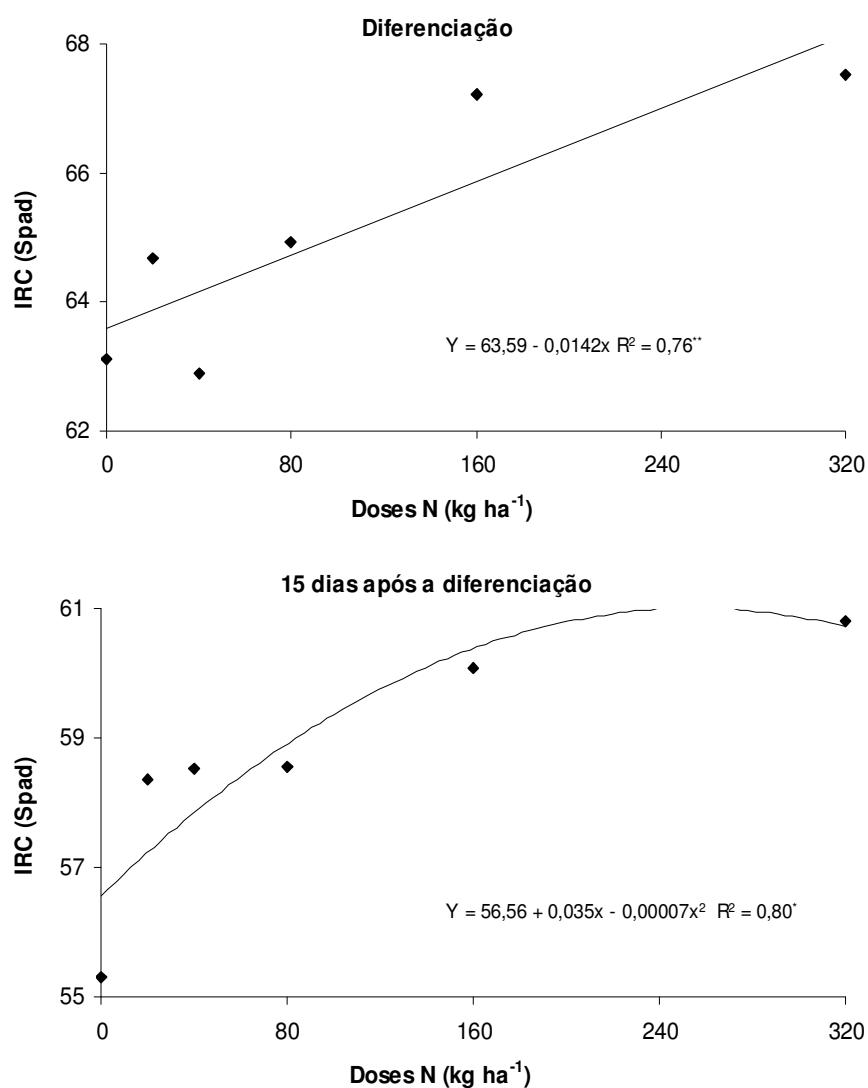


Figura 7. Índice Relativo de Clorofila (IRC) em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Segundo considerações de Godoy et al. (2003), as plantas das parcelas que receberam maior dose de nitrogênio têm maior probabilidade de não apresentar deficiência desse nutriente e, portanto, são as parcelas de referência para o cálculo do índice de suficiência de nitrogênio (ISN). Neste experimento houve aumento linear da produtividade até a máxima dose aplicada, indicando que as doses aplicadas não foram suficientes para suprir as necessidades das plantas. É possível que as parcelas que receberam a dose de 320 kg N ha⁻¹ apresentassem insuficiência de nitrogênio, interferindo na interpretação do ISN, superestimando os valores.

Desta maneira, analisando os dados de ISN deste experimento (Tabela 21), verifica-se que a maioria dos índices encontra-se acima de 95%. De acordo com as considerações anteriores, não haveria necessidade de adubação e, nessa situação, a adubação nitrogenada seria subestimada.

Tabela 21. Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) em plantas de alho, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	3 a 4 folhas	5 a 6 folhas	diferenciação	15 dias após a diferenciação
	-----ISN (%)-----			
0	101	98	93	91
20	103	98	96	96
40	102	97	93	96
80	101	93	96	96
160	102	98	100	99
320	100	100	100	100

A Tabela 22 apresenta o quadro da análise de variância para os teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho.

Tabela 22. Análise de variância para teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho. Santa Juliana-MG, 2006.

Causa de variação	5 a 6 folhas					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose de N	ns	ns	ns	ns	ns	**
Bloco	**	ns	ns	ns	**	*
Q.M. Res.	2,2	0,04	2,89	0,47	0,01	1,10
C.V. (%)	3,2	4,1	3,6	9,4	3,1	8,4

Causa de variação	Diferenciação					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose de N	**	**	ns	ns	ns	*
Bloco	**	*	*	ns	ns	ns
Q.M. Res.	0,78	0,06	15,9	0,8	0,20	1,81
C.V. (%)	3,1	5,2	9,1	7,6	9,1	12,7

Causa de variação	15 dias após a diferenciação					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose de N	**	**	*	ns	ns	ns
Bloco	**	ns	**	**	**	ns
Q.M. Res.	1,98	0,17	12,23	0,63	0,09	2,41
C.V. (%)	5,1	8,0	11,0	6,6	6,6	14,8

** - significativo a 1%, * - significativo a 5%, ns - não significativo

A Tabela 23 apresenta os teores dos macronutrientes que não foram influenciados pelas doses de N aplicadas em cobertura. Embora não influenciados pelas doses de nitrogênio, observa-se que os teores estão próximos da faixa considerada adequada por Raij et al. (1996), que são de 35 a 50 g N kg⁻¹, 3 a 5 g P kg⁻¹, 35 a 50 g K kg⁻¹, 6 a 12 g Ca kg⁻¹, 2 a 4 g Mg kg⁻¹ e de 4 a 6 g S kg⁻¹, no período próximo à fase de diferenciação.

As doses de N aplicadas não influenciaram significativamente o teor de nitrogênio na folha do alho quando as plantas encontravam-se na fase de 5 a 6 folhas. O valor médio foi de 47 g kg⁻¹ (Tabela 23). No entanto, na fase de diferenciação e 15 dias após, houve comportamento quadrático (Figura 8), com elevação no teor de N nas folhas, atingindo o valor máximo com as doses de 300 e 286 kg N ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 23. Teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Teores de macronutrientes (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- 5 a 6 folhas -----					
0	47	5,1	48	8	2,9	11,7
20	47	5,0	49	7	2,9	12,8
40	46	5,1	46	8	2,9	11,8
80	47	5,1	48	7	2,9	14,1
160	47	5,0	48	7	2,8	13,5
320	47	4,9	49	7	2,9	12,4
Média	47	5,0	48	7	2,9	12,7
			K	Ca	Mg	
	----- Diferenciação -----					
0			43	12	4,7	
20			45	11	4,6	
40			41	12	4,6	
80			46	12	5,0	
160			44	12	4,6	
320			44	12	4,8	
Média			44	12	4,7	
				Ca	Mg	S
	----- 15 dias após a diferenciação -----					
0				12	4,6	10,1
20				12	4,7	11,3
40				12	4,7	10,9
80				12	4,7	10,7
160				12	4,6	10,4
320				11	4,3	9,7
Média				12	4,6	10,5

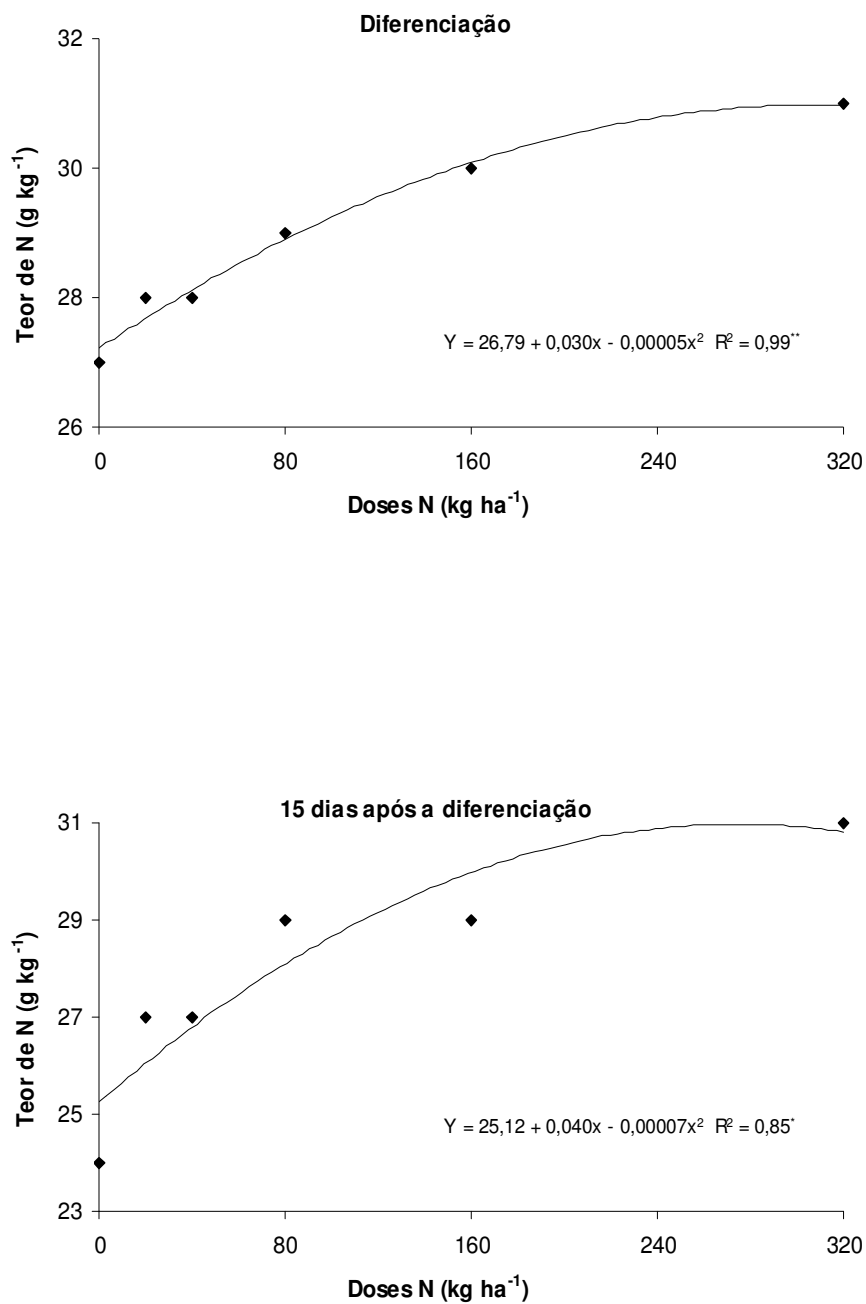


Figura 8. Teor de nitrogênio em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Os teores de fósforo foram influenciados pelas doses de N na fase de diferenciação e 15 dias após. Observa-se na Figura 9 que houve redução linear nos teores de fósforo com a elevação nas doses de N. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de a cultura já estar no estágio de enchimento dos bulbilhos, período em que o dreno mais forte passa a ser esse órgão. Portanto, deve existir uma redistribuição do P no sentido folha – bulbilhos, bem como o P absorvido deve ser encaminhado, também, a esse órgão, local em que está havendo maior gasto energético. Assim, essa redução no teor de P nas folhas de alho faz sentido, visto que maiores doses de N proporcionaram os maiores bulbos. Segundo Raij *et al.* (1996), os teores obtidos, estão dentro da faixa considerada adequada para a fase de diferenciação, que é de 3,0 a 5,0 g P kg⁻¹.

O aumento das doses de N reduziu o teor de K nas folhas de alho na fase após a fase de diferenciação (Figura 10), semelhante ao teor de fósforo. Diferentemente do experimento I, houve redução linear com o aumento das doses de N. Assim como o P, o K é bastante móvel na planta, sendo redistribuído para as regiões de maior atividade, com a finalidade de desencadear as atividades enzimáticas. Como a planta se apresenta no estágio do enchimento dos bulbilhos, esse nutriente pode estar sendo redistribuído a favor do dreno mais forte, que nesse caso, é o bulbilho. Dados semelhantes do menor teor de K em relação a doses crescentes de N no alho foram obtidos por Lima (2005), que justificou seus resultados pela possível competição entre os cátions NH₄⁺ e K⁺ para os sítios de absorção, nas raízes dessas plantas.

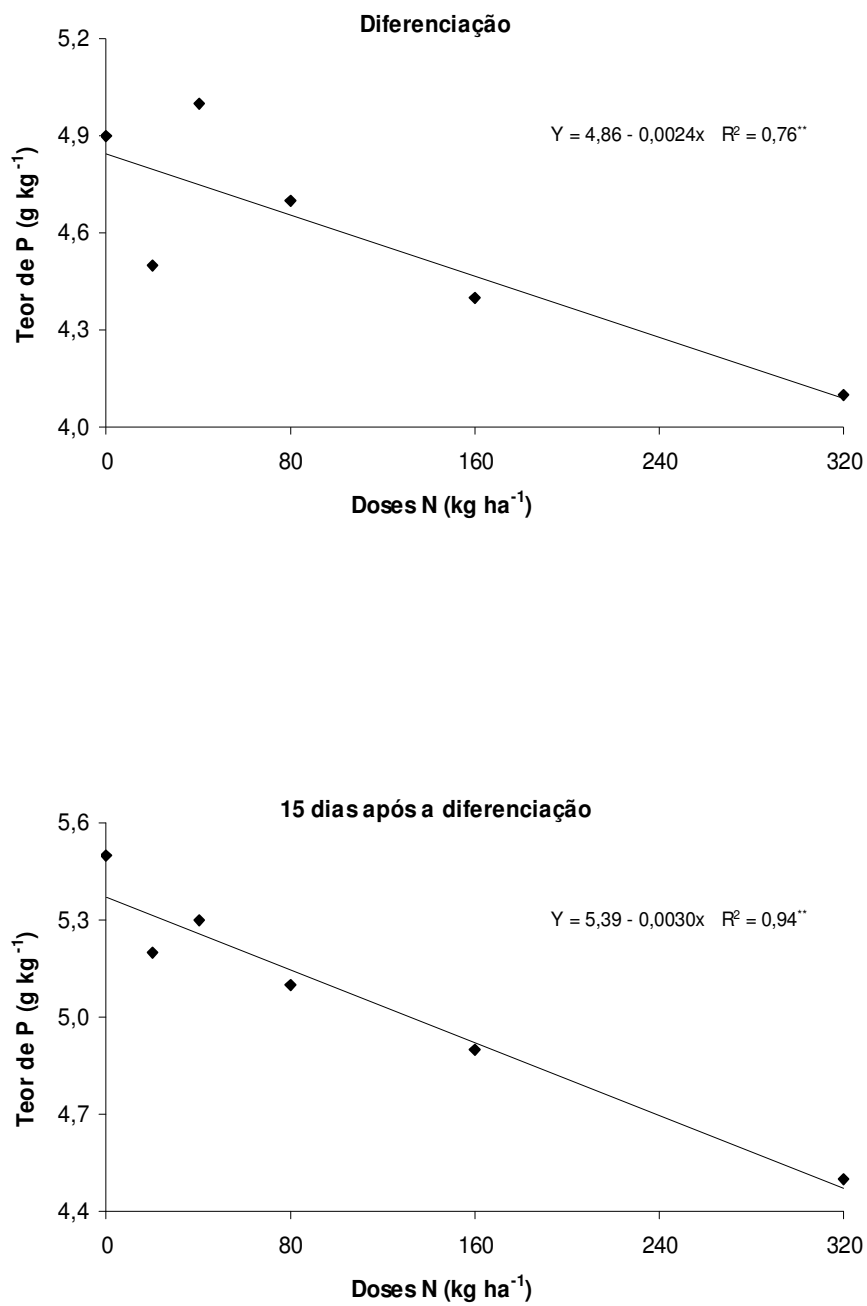


Figura 9. Teor de fósforo em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

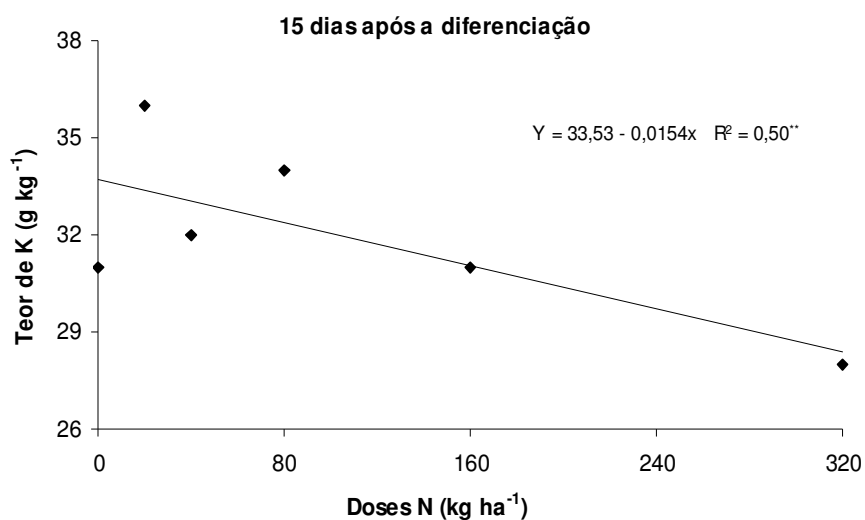


Figura 10. Teor de potássio em folhas de plantas de alho 15 dias após a fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

A análise de regressão para enxofre confirmou a tendência da redução na absorção com a adição de fertilizante nitrogenado, evidenciando um possível efeito da inibição competitiva que ocorre entre esses nutrientes, apenas na fase de diferenciação. O modelo obtido foi linear (Figura 11).

Os teores foliares de cálcio e magnésio não foram influenciados pelas doses de N aplicadas. Os teores encontrados na matéria seca da parte aérea estão apresentados na Tabela 23. Resultados semelhantes foram obtidos por Bull et al. (2002) e Lima (2005), com a cultivar Caçador convencional.

A Tabela 24 apresenta o quadro da análise de variância para os teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho.

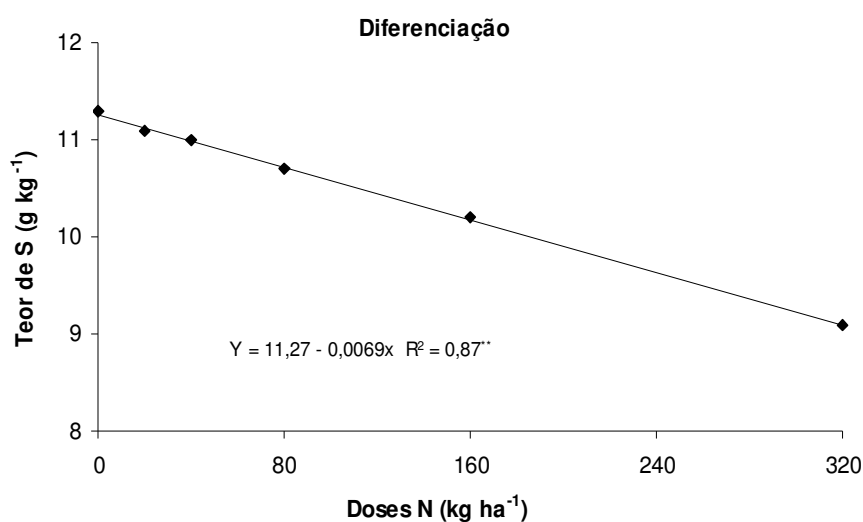


Figura 11. Teor de enxofre em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Tabela 24. Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Santa Juliana-MG, 2006.

Causa de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- 5 a 6 folhas -----				
Dose de N	ns	ns	ns	ns	*
Bloco	ns	ns	ns	ns	**
Q.M. Res.	50,70	0,40	530,40	3,19	1,30
C.V. (%)	15,3	8,4	14,2	8,6	3,9
----- Diferenciação -----					
Dose de N	*	ns	ns	ns	ns
Bloco	*	*	ns	*	**
Q.M. Res.	93,90	253,86	142,87	66,5	2,04
C.V. (%)	18,1	19,5	13,7	21,7	8,4
----- 15 dias após a diferenciação -----					
Dose de N	**	ns	ns	*	ns
Bloco	ns	*	**	*	ns
Q.M. Res.	51,64	2489,71	167,45	121,21	3,58
C.V. (%)	14,4	19,5	14,3	30,7	13,3

** - significativo a 1%, * - significativo a 5%, ns - não significativo

A Tabela 25 apresenta os teores dos micronutrientes que não foram influenciados pelas doses de N aplicadas em cobertura.

Tabela 25. Teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho, não influenciados pelas doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Teores de micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	
	----- 5 a 6 folhas -----				
0	45	9	158	23	
20	42	6	155	20	
40	42	7	167	20	
80	57	8	163	20	
160	46	8	161	21	
320	49	8	174	22	
Média	47	8	163	21	
		Cu	Fe	Mn	Zn
	----- Diferenciação -----				
0		86	96	42	17
20		69	91	35	17
40		79	81	37	16
80		84	81	36	17
160		83	86	39	17
320		90	89	38	18
Média		82	87	38	17
		Cu	Fe		Zn
	----- 15 dias após a diferenciação -----				
0		309	102		14
20		273	98		15
40		240	81		13
80		238	95		15
160		255	82		15
320		220	84		16
Média		256	90		14

Os teores de boro foram influenciados pelas doses de N na fase de diferenciação e, também, 15 dias após. O comportamento apresentado foi quadrático, com redução nos teores até as doses de 182 e 184 kg N ha⁻¹ respectivamente (Figura 12). Resultado semelhante foi obtido por Lima (2005) aos 80 dias após a emergência das plantas.

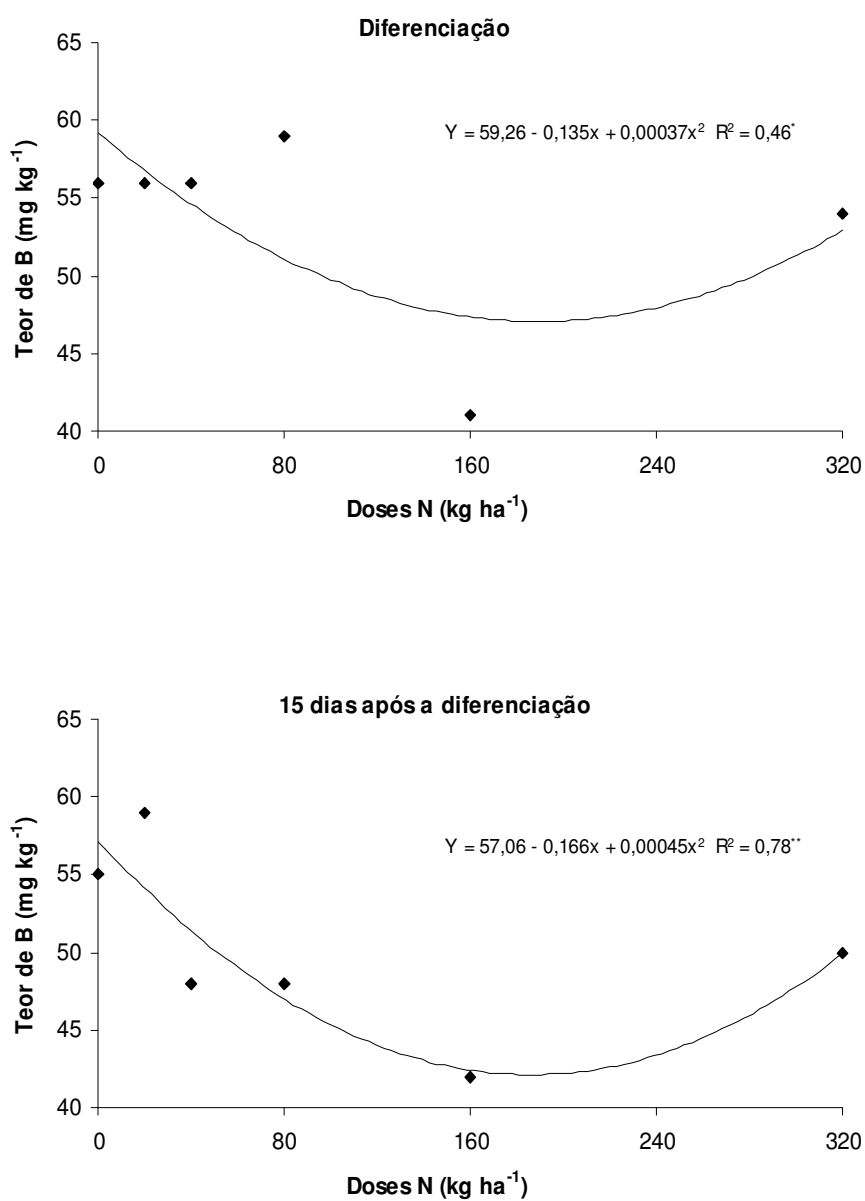


Figura 12. Teor de boro em folhas de plantas de alho na fase de diferenciação e 15 dias após, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Não houve influência das doses de N aplicadas sobre os teores de cobre e ferro em nenhuma das épocas avaliadas. As médias encontram-se na Tabela 25.

O manganês foi influenciado significativamente pelas doses de N apenas 15 dias após a fase de diferenciação, mostrando comportamento quadrático com elevação dos teores até a dose de 184 kg N ha⁻¹ (Figura 13), o que indica o efeito sinérgico do nitrogênio na absorção de manganês.

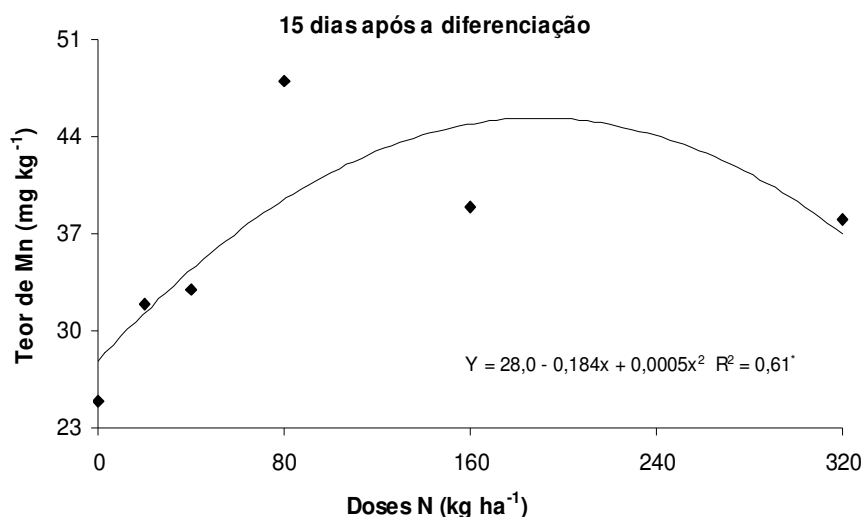


Figura 13. Teor de manganês em folhas de plantas de alho 15 dias após a fase de diferenciação, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

O zinco foi o único micronutriente influenciado pelas doses de N quando as plantas apresentavam de 5 a 6 folhas. Houve redução nos teores com a elevação das doses de N (Figura 14), semelhante ao resultado obtido por Lima (2005) aos 20 dias após a emergência das plantas.

Semelhante ao experimento I, à exceção do zinco, que se encontra próximo ao limite inferior, os teores dos micronutrientes na matéria seca da parte aérea encontram-se dentro da faixa considerada adequada por Raji et al. (1996), no período próximo à bulbificação.

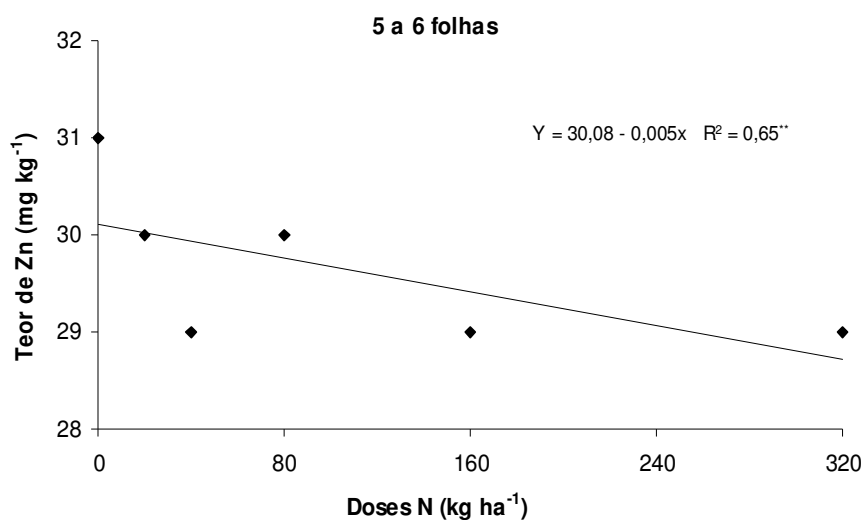


Figura 14. Teor de zinco em folhas de plantas de alho com 5 a 6 folhas, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

A Tabela 26 apresenta os resultados da análise de variância para peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato e produtividades total e comercial.

Houve suspensão da irrigação no período que antecedeu à fase de diferenciação e 50% da dose de N foi aplicada somente após a fase de diferenciação. Semelhante ao experimento I, não foram observadas plantas pseudoperfilhadas.

O peso médio dos bulbos foi influenciado positivamente pelas doses de N, demonstrando aumento linear até a dose de 320 kg N ha⁻¹ (Figura 15), que apresentou peso médio de 28,9g por bulbo, peso inferior quando comparado ao experimento I.

Tabela 26. Análise de variância para peso médio de bulbo, número de bulbilhos por bulbo, índice de formato e produtividades total e comercial. Santa Juliana - MG, 2006.

Causa de variação	Peso médio de bulbo	Nº de bulbilhos por bulbo	Índice de formato	Produtividade total	Produtividade comercial
Dose de N	*	ns	ns	*	**
Bloco	**	ns	ns	**	**
Q.M. Resíduo	6,16	4,74	0,003	601839,55	642845,33
C.V. (%)	9,7	16,9	2,0	9,7	10,2

** - significativo a 1%, * - significativo a 5%, ns - não significativo

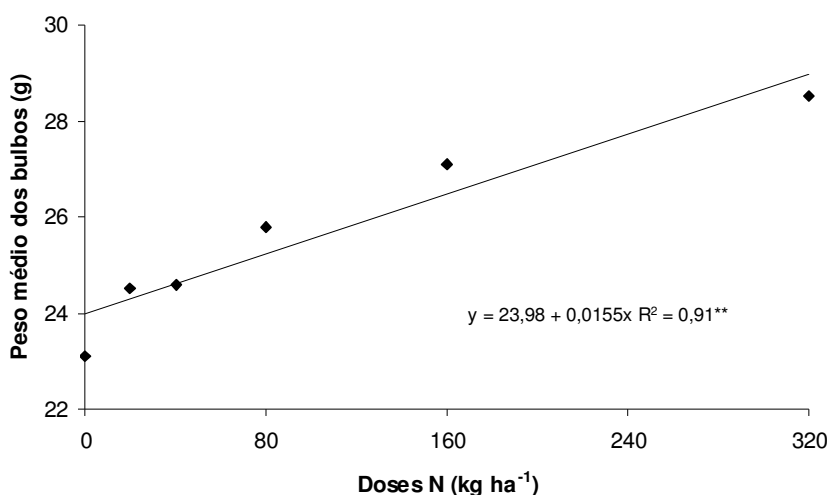


Figura 15. Peso médio dos bulbos em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

As doses de N não influenciaram o número de bulbilhos por bulbo. A média do experimento foi de 12,9 bulbilhos por bulbo (Tabela 27). O índice de formato também não foi influenciado pelas doses de N e a média do experimento foi de 0,84 (Tabela 27). Esse índice mostrou valores superiores quando comparados aos bulbos do experimento I, o que significa bulbos mais arredondados.

Tabela 27. Número de bulbilhos por bulbo e índice de formato dos bulbos, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana - MG, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Nº de bulbilhos por bulbo	Índice de formato
0	13,3	0,841
20	12,3	0,848
40	13,2	0,825
80	12,2	0,861
160	13,0	0,827
320	13,5	0,837
Média	12,9	0,840

As produtividades total e comercial apresentaram comportamento linear crescente com o aumento nas doses de N (Figuras 16 e 17), a máxima produtividade estimada obtida com a dose de 320 kg N ha⁻¹ foi de 9.050 kg ha⁻¹ para a total (Figura 16) e de 9.017 kg ha⁻¹ para a comercial (Figura 17), respectivamente. Efeitos significativos à adubação com N foram obtidos até a dose de 50 kg N ha⁻¹ (NOGUEIRA, 1970; PATEL et al., 1996); 60 kg N ha⁻¹ (SCALOPI et al., 1971); 66 kg N ha⁻¹ (RESENDE et al., 1993); 100 kg N ha⁻¹ (VERMA et al., 1996) e 180 kg N ha⁻¹ (SOUZA, 1990). Ao contrário, Costa et al. (1993) não verificaram efeito significativo do N na produtividade total e comercial do alho quando utilizaram até 120 kg N ha⁻¹, assim como, Lipinski et al. (1995), até dose de 240 kg N ha⁻¹ de N e Sadaria et al. (1997) quando aplicaram até 75 kg N ha⁻¹.

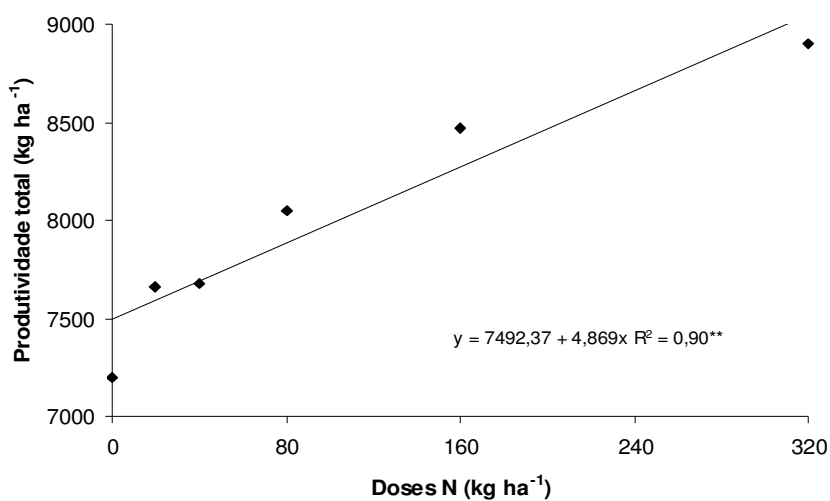


Figura 16. Produtividade total em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

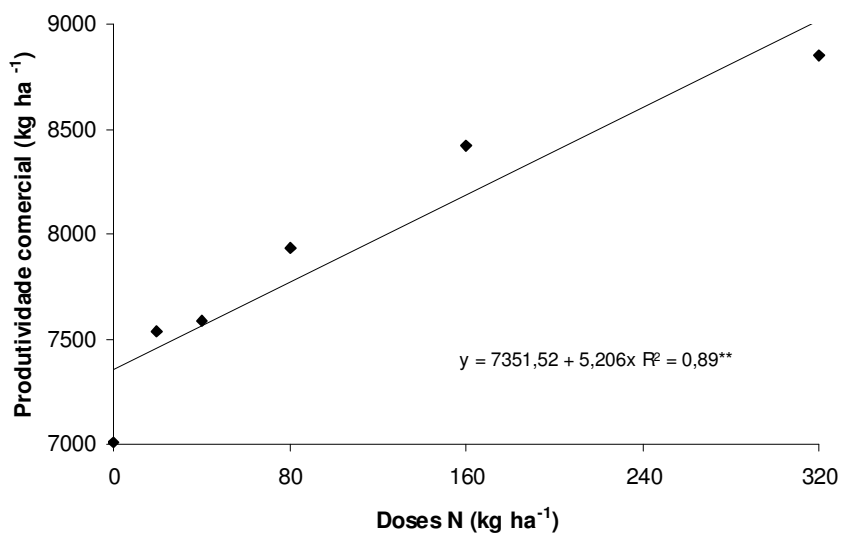


Figura 17. Produtividade comercial em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana-MG, 2006.

Os bulbos foram distribuídos nas classes 2, 3, 4, 5 e 6, segundo a Portaria nº 242 de 17 de setembro de 1992 do Ministério da Agricultura(Figura 18). Não houve efeito significativo das doses de N para os bulbos das classes <3 e 5, a média obtida foi de 3 e 32%, respectivamente. Em relação aos bulbos das classes 3 e 4, houve redução linear com a elevação das doses de N, em contrapartida, houve aumento linear de bulbos da classe 6 (Figura 19). Esse fato é interessante, pois bulbos da classe 6 são maiores que os da classes 3 e 4, e portanto, o produtor recebe maior remuneração pelo preço do quilo, e também são mais aceitos pelo consumidor.

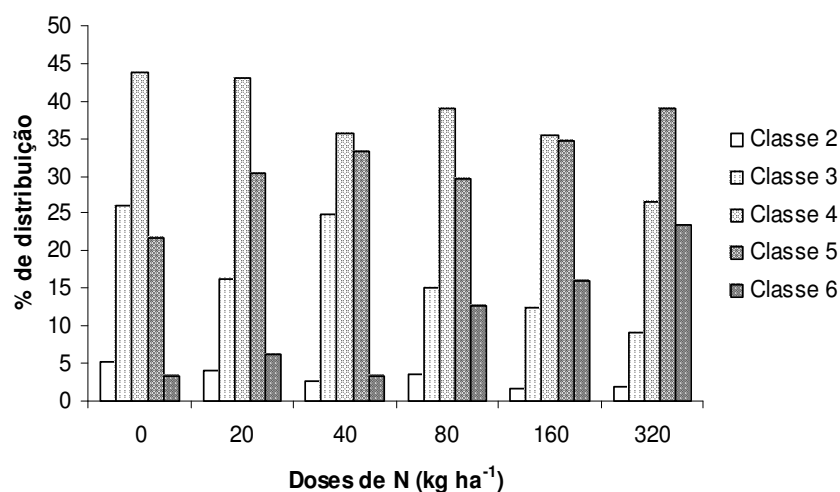


Figura 18. Classificação dos bulbos segundo a Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992 - Ministério da Agricultura. Santa Juliana - MG, 2006.

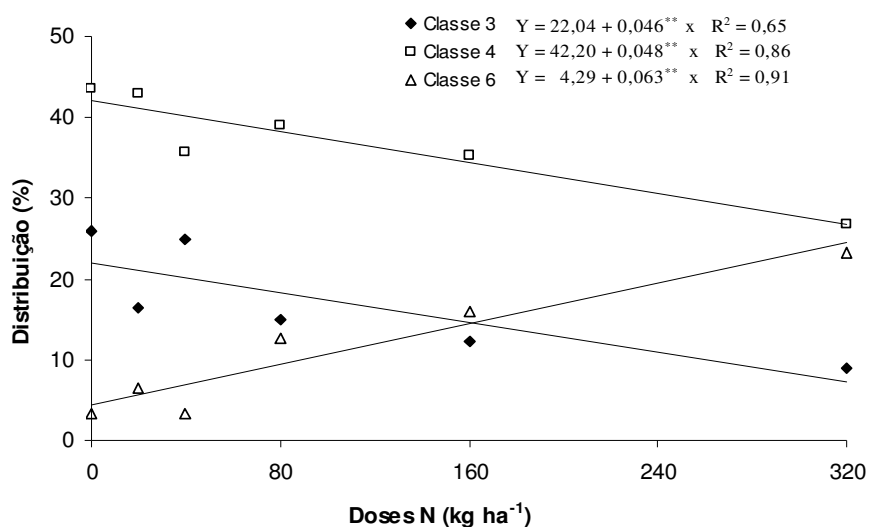


Figura 19. Porcentagem de distribuição dos bulbos classe 3, 4 e 6, em função de doses de nitrogênio. Santa Juliana - MG, 2006.

A Tabela 28 apresenta a correlação entre o índice relativo de clorofila, teor de nitrogênio na folha e produtividade total de plantas de alho. Não houve correlação significativa entre as variáveis consideradas, quando as plantas estavam com 5 a 6 folhas (Tabela 28). Na fase de diferenciação e também 15 dias após, houve correlação positiva e significativa para IRC e N foliar. Os coeficientes de correlação obtidos foram de $0,73^{**}$ e $0,80^{**}$ respectivamente, dados semelhantes aos obtidos por Lima (2005), que avaliou a correlação entre IRC e N foliar a cada 10 dias durante o ciclo da cultura, que foi de 130 dias. Esse autor utilizou a cultivar Caçador no município de São Manuel-SP, e obteve o maior coeficiente de correlação ($0,76^{**}$) aos 70 dias após a emergência das plantas.

Tabela 28. Coeficiente de correlação entre índice relativo de clorofila (IRC), teor de nitrogênio na folha e produtividades total e comercial. Santa Juliana-MG, 2006.

Fatores Correlacionados	Fase de amostragem	Coeficiente de correlação
IRC x N foliar	5 a 6 folhas	ns
	Diferenciação	0,73**
	15 dias após diferenciação	0,80**
IRC x Produtividade total	5 a 6 folhas	ns
	Diferenciação	0,49**
	15 dias após diferenciação	0,60**
IRC x Produtividade comercial	5 a 6 folhas	ns
	Diferenciação	0,48**
	15 dias após diferenciação	0,57**
N foliar x Produtividade total	5 a 6 folhas	ns
	Diferenciação	0,47**
	15 dias após diferenciação	0,47**
N foliar x Produtividade comercial	5 a 6 folhas	ns
	Diferenciação	0,47**
	15 dias após diferenciação	0,47**

** - significativo a 1%, ns - não significativo

O IRC se correlacionou positiva e significativamente com a produtividade na fase de diferenciação e também 15 dias após. Os coeficientes de correlação foram de 0,49** e 0,60** para produtividade total, e de 0,48** e 0,57** para produtividade comercial, respectivamente, o que permite uma estimativa da produtividade em função do IRC.

As produtividades total e comercial também se correlacionaram positiva e significativamente com o teor de N nas folhas, na fase de diferenciação e 15 dias após. O coeficiente de correlação foi de 0,47** para ambos os casos.

7 CONCLUSÕES

- O crescimento das plantas não foi influenciado pelas doses de nitrogênio em ambos os experimentos.
- O aumento das doses de N permitiu maior Índice Relativo de Clorofila (IRC), para ambos os experimentos, na fase de diferenciação dos bulbos e também 15 dias após.
- No experimento I, a absorção de N, K e S foi influenciada pelas doses de N, na fase de diferenciação. No experimento II houve aumento na absorção de N e diminuição da absorção de P, K e S. A absorção de micronutrientes foi influenciada apenas no experimento II, para B, Mn e Zn.
- A produtividade do experimento I não foi influenciada pelas doses de N. No experimento II o aumento da produtividade foi linear até a dose de 320 kg N ha⁻¹, e doses mais elevadas de N promoveram maior peso médio dos bulbos.
- Não houve ocorrência de plantas pseudoperfilhadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; RAIJ, B.; BATAGLIA, O. C.; ANDRADE, J. C. Extraction of boron from soil by microwave heating for ICP-AES determination. **Plant Production Science**, Sendai, v. 1, n. 2, p. 96-103, 1998.
- AGRIANUAL 2007. **Anuário Agrícola Brasileiro** –. São Paulo: Instituto FNP Consultoria e Comércio, 2007. 520p.
- 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.
- AMARAL, F. A. L.; SPIES, C. F.; BRAGA, J. M.; COUTO, F. A. A.; RESENDE, M. Localização de fertilizantes na cultura do alho (*Allium sativum* L.). **Experientiae**, Viçosa, v. 11, n. 5, p. 209-237, 1971.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 519-527, abr. 2002.
- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 9/10, p. 1791-1800, 1995.
- BLANK, A. F.; PEREIRA, A. J.; SOUZA, R. J.; ARRIGONI-BLANK, M. F. Competição de cultivares de alho não vernalizado visando à maior produção quantitativa e qualitativa para a Região de Lavras (MG). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 22, p. 5-12, 1998.
- BÜLL, L. T.; NAKAGAWA, J.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássica e

- nitrogenada. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia: SBCS, 1996. 1 CD-ROM.
- BÜLL, L. T.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDEZ, D. M.; BERTANI, R. M. A. Fertilização potássica na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p. 157-163, 2001.
- BÜLL, L. T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDEZ, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p. 247-255, 2002.
- BULLOCK, D. G.; ANDERSON, D. S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 741-755, 1998.
- BURBA, J. L.; ALEMANY, J.; CID, M. V.; AZEVEDO, R. A. B. Anormalidades morfológicas em la bulbificação de ajo (*Allium sativum* L.). **Revista de Ciências Agropecuárias**, Córdoba, v. 5, p. 45-55, 1996.
- CÂMARA, F. A. A. **Obtenção de plantas de alho (*Allium sativum* L.) a partir de meristemas e microbulbificação "in vitro"**. 1988. 55 f. Tese (Mestrado) - ESAL, Lavras, 1988.
- CAMARGO, C. D.; BARRERA, P. **O alho: uma planta mágica com o futuro garantido no mercado nacional**. São Paulo: Ícone, 1985. 98 p.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94 p. (Boletim técnico, 106).
- CANTARELLA, H. **Matéria Orgânica e Nitrogênio do Solo**. In: Büll, L.T.; Rosolem, C.A.. (Org.). **Interpretação de Análise Química do Solo e Planta para Fins de Adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989, p. 37-74.
- CARVALHO, L. G.; SILVA, A. M.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G.; ABREU, A. R. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Gigante de Lavínia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 245-248, 1996.
- CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZZETI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 445-450, maio/jun. 2003.
- CARVALHO, M. G. **Viroses do alho**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 29-36, 1986.

- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.
- COSTA, T. M. P.; SOUZA, J. R.; SILVA, A. M. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Juréia. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 239-246, 1993.
- DWYER, L. M.; TOLLENAAR, M.; BAGNULO, C. A non-destructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 71, p. 505-509, 1991.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.
- FAGERIA, N.K. Nutrição e adubação potássica do arroz no Brasil. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa, 1982. p.421-436.
- FAJARDO, T. V. M.; NISHIJIMA, M.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; ÁVILA, A. C.; RESENDE, R. O. Complexo viral do alho: identificação de Potyvirus e Carlavirus na região central do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 3, p. 619-626, set. 2001.
- FERRARI, V.A.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio e de bórax na produção de alho (*Allium sativum* L.). **Científica**, Jaboticabal, n.3, p.254-262, 1975.
- FERREIRA, D.F. **SisVar - programa estatístico**. Versão 4.2 (Build 39). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
- FURLANI, E. J.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. M.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 171-175, 1996.
- GARCIA, A. **Superbrotamento do alho**. Pelotas: EMBRAPA/UEPAE/CAS, 1980. 3 p. (Comunicado Técnico, 9).
- GARCIA, A.; PETERS, J. A.; CASTRO, L. A. S. Formação de estoques pré-básicos de alho-semente e estudo da sensibilidade da cultura à infecção por vírus. **Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 42-44, 1989.
- GARCIA, D. C.; DETTMANN, L. A.; BARNI, V.; LOPES, S. J. Efeito de níveis de nitrogênio no rendimento de alho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 299-302, 1994.

- GODOY, L. J. G. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila**. 2002. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T. Utilização de medida de clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1049-1056, 2003.
- HARTZ, T.K.; LESTRANGE, M.; MAY, D.M. Nitrogen requirements of drip irrigated peppers. **Hortscience**, v. 28, p. 1047-1099, 1993.
- HUSSAIN, F.; BRONSON, K. F.; YADVINDER-SINGH; BIJAY-SINGH; PENG, S. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. **Agronomy Journal**, v. 92, p. 875-879, 2000.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal de cereais, leguminosas e oleaginosas**. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/produção.htm>>. Acessado em: 15 jan. 2008.
- IZIOKA, H. **Influência da torta de mamona e da cobertura nitrogenada na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador, em dois tipos de solo**. 1990. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.
- JONES, H. A.; MANN, L. K. Garlic. In: **Onions and their allies**. London: Leonard Hill Books, 1963. p. 210-229.
- JUNQUEIRA, R. M. D.; IZIOKA, H. Efeito de diferentes níveis e épocas de cobertura nitrogenada em alho (*Allium sativum* L.) na região de Botucatu-SP. **Ensaios e Pesquisas: batata, cebola e alho**, v. 2, p. 304-308, 1988.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. Piracicaba: ed. autor, 1993. 189p.
- LAVRES JUNIOR, J.; BOARETTO, R. M.; SILVA, M. L. S.; CORREIA, D.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, fev. 2005.
- LIMA, C. P. **Medidor de clorofila na avaliação de nutrição nitrogenada na cultura do alho vernalizado**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.
- LIN, C. H. Studies on the raising technique of healthy garlic clones in the tropics. **Journal of Agricultural Resources of China**, Fengshan, v. 34, n. 3, p. 279-291, 1988.

- LIPINSKI, V.; GAVIOLA DE HERAS, S.; FILIPPINI, M. F. Effect of irrigation, nitrogen fertilization and clove size on yield and quality of coloured garlic (*Allium sativum* L.). **Ciencia del Suelo**, Buenos Aires, v. 13, n. 2, p. 80-84, 1995.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.
- MAGALHÃES, J.R. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 20-30, 1986.
- MAKSOUUD, M. A.; FODA, S.; TAHA, E. M. Effect of different fertilizer on quality and yield of garlic. *Egyptian Journal of Horticulture*, Giza, v. 11, p. 51-58, 1984.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 317 p.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O. A.; SILVA, H. R. Produção e qualidade de alho sob regimes de água no solo e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 191-195, 2002.
- MENEZES SOBRINHO, J. A. **Cultivo do alho (*Allium sativum* L.)**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1984. 120 p. (Instruções técnicas, 2).
- 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, DF, v. 13, p. 89, 1973.
- MINARDI, H. R. G. Effect of clove size, spacing, fertilizers, and lime on yield and nutrient content of garlic (*Allium sativum* L.). **Experimental Agriculture, Cambridge**, v. 6, p. 139-143, 1978.
- MINOLTA, CAMERA Co. Ltd. Manual for chlorophyll meter SPAD-502. Minolta Radiometric Instruments Div., Osaka, 1989. 22p.
- MINOTTI, P. L.; HALSETH, D. E.; SIECZKA, J.B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **HortScience**, v. 29, n. 12, p.1497-1500, 1994.
- 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, DF, v. 4, n. 1, p. 61 (resumo), 1986.
- MORAES, E. C. Diferentes fontes de nitrogênio e aplicação de bórax, sulfato de magnésio e sulfato de zinco na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 80 (resumo), 1985.

- MOTA, J. H.; NOCE, R.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Análise da evolução da produção e relação risco-retorno da cultura do alho, no Brasil e regiões (1991 a 2000). **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 238-241, abr./jun. 2005.
- MURDOCK, L.; JONES, S.; BOWLEY, C.; NEEDHAM, P.; JAMES, J.; HOWE, P. **Using a chlorophyll meter to make nitrogen recommendations on wheat**. Kentucky, Kentucky Cooperative Extension Service, 1997. 4p.
- NAKAGAWA, J. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 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.
- 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.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G; MARTINS, F. A. D; PÁDUA, T. R. P; PINHO, P. J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 5, p.517-521, maio 2005.
- NOGUEIRA, I. C. C. **Efeitos do parcelamento da adubação nitrogenada sobre as características morfológicas, fisiológicas e produção de alho (*Allium sativum* L.) cultivar Juréia**. 1970. 64 f. Tese (mestrado) – ESAL, Lavras, 1970.
- PATEL, B.G.; KHANAPARA, V.D.; MALAVIA, D.D.; KANERIA, B.B. Performance of drip and surface methods of irrigation for garlic (*Allium sativum* L.) under varying nitrogen levels. **Indian Journal of Agronomy**, v. 41, n. 1, p. 174-176, 1996.
- PAVAN, M. A. **Viroses em alho nobre: identificação, estabelecimento de métodos eficientes para obtenção de plantas livres de vírus, seleção de clones assintomáticos em campo e avaliação comparativa do desempenho em condições controladas**. 1998. 116 f. Tese (Livre docência disciplina de fitopatologia Geral) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.
- PENG, S.; GARCIA, F. V; LAZA, R. C.; SANICO, A. L., VISPERAS, R. M.; CASSMAN, K. G. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 47, p. 243-252, 1996.
- PETERS, J. A.; CASTRO, L. A. S.; GARCIA, S.; PATELLA, A. E. C. Cultura de meristemas e indexação de plantas de alho. **Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 36-41, 1989.
- PETERSON, T. A.; BLACKMER, T. M.; FRANCIS, D. D.; SCHEPERS, J. S. **Using a chlorophyll meter to improve N management**. Nebraska, Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, 1993. 4p.

- PIEKIELEK, W. P., FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 1, p. 59-65, 1992.
- RAIJ, B. van. **Avaliação de fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato/ Instituto Internacional da Potassa, 1981. 144p.
- RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).
- RAMBO, L.; SILVA, P.R.F. & BAYER, C. Testes de nitrato no solo como indicadores complementares no manejo da adubação nitrogenada em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p. 1279-1287, 2004.
- REGHIN, M. Y. **Temperatura e períodos de tratamento do bulbilho-semente na superação de dormência na diferenciação e na produtividade de alho (*Allium sativum* L.)**. 1997. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.
- RESENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R. J. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento e na produção de alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 49-57, 2000a.
- RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 320-332, 2000b.
- RESENDE, G. M. **Influência do nitrogênio e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.) "Quitéria"**. 1992. 107 f. Tese (Mestrado) – ESAL, Lavras, 1992.
- RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 126-129, 2001a.
- 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, DF, v. 19, n. 3, p. 320-323, 2001b.
- RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J.; LUNKES, J.A. Influência do nitrogênio e paclobutrazol em alho cv. Quitéria. **Horticultura Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 126-128, 1993.
- RESENDE, F. V.; OLIVEIRA, P. S. R.; SOUZA, R. J. Crescimento, produção e absorção de nitrogênio do alho proveniente de cultura de tecidos cultivado com doses elevadas de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 31-36, 2000c.

- 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.
- SADARIA, S. G.; MALAVIA, D. D.; KHANPARA, V. D.; DUDHATRA, M. G.; VYAS, M. N.; MATHUKIA, R. K. Irrigation and nutrient requirement of garlic (*Allium sativum* L.) under south Saurashtra region of gujarat. **Indian Journal Agricultural Sciences**, Jodhpur, v. 67, n. 9, p. 402-403, 1997.
- SANTOS, M. L. B. **Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.)**. 1980. 74 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - ESAL, Lavras, 1980.
- SCALOPI, E.S.; KLAR, A.E.; VASCONCELLOS, E.F.C. Irrigação e adubação nitrogenada na cultura do alho. **O Solo**, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 63-66, 1971.
- SCHADCHINA, T. M., DMITRIEVA, V. V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 18, p. 1427-1437, 1995.
- SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M.; BELOW, F. E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter reading. **Communications In Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 23, p. 2173-2187, 1992.
- SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, p. 151-164, 2000.
- 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.
- SHIMOYA, C. Anatomia do bulbo de alho (*allium sativum* L.) durante o ciclo evolutivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 17, n. 92, p. 102-118, abr./jun. 1970.
- SILVA, E. C.; SILVA, F. M.; SOUZA, R. J.; PASCAL, M. Estudo da degenerescência de clones de cultivares de alho provenientes de cultura de tecidos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, jul. 2002. (Suplemento 2).
- SILVA, N.; OLIVEIRA, G. D.; VASCONCELOS, E. F. P.; HAAG, H. P. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. **O Solo**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 8-17, 1970.
- SILVA, O. G. **Efeitos de épocas de suspensão da irrigação e de três níveis de nitrogênio na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1991. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

- SILVEIRA, P. M., BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 9, set. 2003.
- SMEAL, D., ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 25, n. 9, p.1495-1503, 1994.
- SOTOMAYOR, R. I. Efecto de la fertilization nitrogenada y densidad de plantas em la productions de ajos. **Agricultura Tecnica**, Santiago, v. 35, p. 175-178, 1975.
- SOUZA, R. J. **Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1990. 143 f. Tese (Doutorado) - UFC, Viçosa, 1990.
- SOUZA, R. J.; CASALI, V. W. D. Pseudoperfilhamento: uma anomalia genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 36-40, out. 1986.
- STONE, L. F.; SILVA, G. M.; MOREIRA, J. A. A. Uso do clorofilômetro SPAD-502 na estimativa do nitrogênio foliar específico e da produtividade do feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos Expandidos...** Viçosa: UFV, 2002. p. 743-746.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Trad. de E.R. Santarém. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- USHERWOOD, N.R. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa, 1982. p.227-247.
- VASCONCELOS, E. F. C.; SCALOPI, E. J.; KLAR, A. E. A influência da irrigação e adubação nitrogenada na precocidade e superbrotamento da cultura do alho (*Allium sativum* L.). **O Solo**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 15-19, nov. 1971.
- VERMA, D.P.; SHARMA, B.R.; CHADHA, A.P.S.; BAJPAI, H.K.; BHADAURIA, U.P.S. Response of garlic (*Allium sativum* L.) to nitrogen, phosphorus and potassium levels. **Advances in Plant Sciences**, v. 9, n. 2, p. 37-41, 1996.
- VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001. 123 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- VILLAS BÔAS, R. L., GODOY, L. J. G., VERZIGNASSI, J. R., KUROSAWA, C. Teor de clorofila e de nitrogênio estimados pelo clorofilômetro nas folhas de plantas de alho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. **Resumos...** Recife, 2003. 1 CD-ROM.

WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; HIMELRICK, D. G. Relationship between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status and crop yield: a review. **Agronomy Society of New Zealand**, Christchurch, v. 23, p. 1-9, 1993.

WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; DUFFIELD, R. R.; EDMISTEN, K. L. Field chlorophyll meter measurements for evaluation of corn. Nitrogen status. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 15, n. 4, p. 487-500, 1992.