

**PRODUTIVIDADE EM ALHO VERNALIZADO,
PROVENIENTE DE CULTURA DE
MERISTEMAS, SOB DOSES DE FÓSFORO,
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

ÉRIKO TADASHI SEDOGUCHI

2008

ÉRIKO TADASHI SEDOGUCHI

**PRODUTIVIDADE EM ALHO VERNALIZADO, PROVENIENTE DE
CULTURA DE MERISTEMAS, SOB DOSES DE FÓSFORO,
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientador
Prof. Dr. Rovilson José de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Sedoguchi, Ériko Tadashi.

Produtividade em alho vernalizado, proveniente de cultura de meristemas, sob doses de fósforo, nitrogênio e potássio. / .

-- Lavras : UFLA, 2008.

77 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Rovilson José de Souza

Bibliografia.

1. Olericultura. 2. Adubação. 3. Fertirrigação. 4. *Allium sativum*.

I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.26

ÉRIKO TADASHI SEDOGUCHI

**PRODUTIVIDADE EM ALHO VERNALIZADO, PROVENIENTE DE
CULTURA DE MERISTEMAS, SOB DOSES DE FÓSFORO,
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 4 de julho de 2008.

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva - UNIFENAS

Prof. Dra. Janice Guedes de Carvalho - UFLA

Prof. Dr. Jony Eishi Yuri - UNINCOR

Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes - UFLA

Prof. Dr. Rovilson José de Souza
DAG - UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A minha família,
Aos meus amigos,
OFEREÇO.

A minha esposa, Lucymeire,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A meus pais, pela educação proporcionada.

A minha esposa, Lucymeire de Paula Rodrigues Sedoguchi, pela paciência e incentivo à realização do curso.

Ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do doutorado.

Ao professor Rovilson José de Souza, pela orientação e apoio.

Ao colega Fábio Silva Macedo, pelo auxílio na condução dos trabalhos de campo.

À empresa Netafim Brasil, pela disponibilização do material para irrigação por gotejamento e fertirrigação, na pessoa do engenheiro agrônomo Nelson Sarmiento Alves de Sá.

Aos funcionários do Setor de Olericultura, pelo auxílio na condução dos experimentos.

Aos colegas de pós-graduação, pela amizade.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	01
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	02
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Aspectos gerais.....	04
2.2 Vernalização	06
2.3 Importância da cultura de meristemas.....	07
2.4 Exigências nutricionais.....	07
2.5 Sistemas de irrigação.....	12
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO 2: Produtividade de alho vernalizado em função de fontes e doses de fósforo.....	16
1 RESUMO.....	17
2 ABSTRACT.....	18
3 INTRODUÇÃO.....	19
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.1 Caracterização do experimento.....	23
5.2 Características avaliadas.....	24
5.2.1 Massa total das plantas.....	25
5.2.2 Produtividade total dos bulbos.....	25
5.2.3 Produtividade dos bulbos comerciais.....	25
5.2.4 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial.....	25
5.2.5 Massa média de bulbilhos da produção comercial.....	26

5.2.6 Porcentagem de superbrotamento.....	26
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
6.1 Massa total das plantas.....	27
6.2 Produtividade total dos bulbos.....	30
6.3 Produtividade dos bulbos comerciais.....	32
6.4 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial.....	35
6.5 Massa média de bulbilhos da produção comercial.....	37
6.6 Porcentagem de superbrotamento.....	39
7 CONCLUSÕES.....	41
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
CAPÍTULO 3: Produtividade de alho vernalizado em função de doses	
de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação.....	43
1 RESUMO.....	44
2 ABSTRACT.....	45
3 INTRODUÇÃO.....	46
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	47
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
5.1 Caracterização do experimento.....	51
5.2 Características avaliadas.....	52
5.2.1 Produtividade total dos bulbos.....	53
5.2.2 Produtividade dos bulbos comerciais.....	53
5.2.3 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial.....	53
5.2.4 Massa média de bulbilhos da produção comercial.....	53
5.2.5 Porcentagem de superbrotamento.....	53
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
6.1 Produtividade total dos bulbos.....	54
6.2 Produtividade de bulbos comerciais.....	56
6.3 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial.....	58

6.4 Massa média de bulbilhos da produção comercial.....	60
6.5 Porcentagem de superbrotamento.....	61
7 CONCLUSÕES.....	64
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

RESUMO

SEDOGUCHI, Ériko Tadashi. **Produtividade em alho vernalizado, proveniente de cultura de meristemas, sob doses de fósforo, nitrogênio e potássio.** 2008. 77 p. (Tese – Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, verificar a influência de fontes e de doses de fósforo na produtividade do alho vernalizado (cv. Roxo Pérola de Caçador) em solo com baixo teor de fósforo, bem como a influência de doses de nitrogênio e potássio, aplicadas via fertirrigação, no desempenho produtivo do alho vernalizado (cv. Roxo Pérola de Caçador). Com relação à adubação fosfatada, o experimento foi conduzido em área com baixo teor de fósforo no solo, na UFLA. Utilizou-se o esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, sendo três fontes (superfosfato simples, com 18% de P_2O_5 ; superfosfato triplo, com 41% de P_2O_5 e termofosfato magnésiano, com 17% de P_2O_5), três doses (200, 400 e 600 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5) e um tratamento adicional, que não recebeu adubação fosfatada. Utilizando-se as fontes superfosfato simples e superfosfato triplo, verificou-se redução na massa total de plantas, na produtividade total dos bulbos e na produtividade de bulbos comerciais, com a elevação da dose de fósforo. Com o uso do termofosfato magnésiano, não se observaram variações significativas nas características produtivas, em função das doses de fósforo estudadas. No segundo experimento, verificou-se a influência das doses de nitrogênio e de potássio aplicadas via fertirrigação. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4×4 , com três repetições, sendo quatro doses de nitrogênio (40, 80, 160 e 320 $kg\ ha^{-1}$) e quatro doses de K_2O (40, 80, 160 e 320 $kg\ ha^{-1}$). Utilizando-se as doses de 40 e 160 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , observou-se aumento linear na ocorrência do superbrotamento com o aumento das doses de nitrogênio. A maior produtividade de bulbos comerciais (7,4 $t\ ha^{-1}$) foi verificada com a dose de 320 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O e 193,75 kg de nitrogênio.

Comitê Orientador: Rovilson José de Souza – UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

ABSTRACT

SEDOGUCHI, Ériko Tadashi. **Productivity of the Vernalized Garlic, Deriving from Tissue Culture, Under Doses of Phosphorus, Nitrogen and Potassium.** 2008. 77 p. (Thesis – Doctor's degree in Agronomy/Phytotechny) - Federal University of Lavras, Lavras.

The objective of this work was to verify the influence of sources and doses of phosphorus in the productivity of the vernalized garlic in soil with low phosphorus content, and verify the influence of doses of nitrogen and potassium applied by fertirrigation in the productivity of the vernalized garlic (cv. Roxo Pérola de Caçador). With regard to phosphorous fertilization, the experiment was driven in area with low match tenor in the soil in UFLA. The factorial scheme used was 3x3+1, being three sources (Simple Superphosphate, with 18% of P_2O_5 ; Triple Superphosphate, with 41% of P_2O_5 and Magnesium Term phosphate, with 17% of P_2O_5), three doses (200, 400 e 600 kg ha⁻¹ de P_2O_5), and one additional treatment, that it didn't receive manuring with phosphorus. Being used the sources simple superphosphate and triple superphosphate, reduction was verified in the total mass of plants, in the total productivity of bulbs and in the productivity of commercial bulbs with the elevation of the dose of phosphorus. With the use of the magnesium term phosphate, it was not observed significant variations in the productive characteristics in function of the studied doses of phosphorus. The second experiment verified the influence of different doses of nitrogen and potassium applied by fertirrigation in the productivity of the vernalized garlic (cv. Roxo Pérola de Caçador). The experimental design was randomized blocks, in factorial scheme 4x4, with 3 repetitions, being four doses of N (40, 80, 160 and 320 kg ha⁻¹) and four doses of K₂O (40, 80, 160 and 320 kg ha⁻¹). When used the doses of 40 and 160 kg ha⁻¹ of K₂O, lineal increase was observed in the occurrence of the super shooting with the increase of the doses of N. The largest productivity of commercial bulbs (7,4 t ha⁻¹) was verified with the dose of 320 kg ha⁻¹ of K₂O and 193,75 kg of N.

Guidance Committee: Rovilson José de Souza – UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

**CAPÍTULO 1: PRODUTIVIDADE EM ALHO VERNALIZADO
PROVENIENTE DE CULTURA DE MERISTEMAS, SOB DOSES DE
FÓSFORO, NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do alho tem elevada importância para a alimentação no Brasil e em vários outros países. O alho é utilizado como condimento em vários pratos, sendo consumido *in natura* ou na forma de temperos e outros produtos industrializados. Além disso, apresenta propriedades medicinais, auxiliando na prevenção de doenças cardíacas e circulatórias.

As plantas de alho são propagadas vegetativamente, por meio de estruturas chamadas de bulbilhos, os quais formam um bulbo e são ricos em amido e substâncias aromáticas. Raramente ocorre o florescimento e, mesmo neste caso, não se formam as sementes botânicas.

A produção brasileira de alho sofre forte concorrência com o produto importado, o que torna necessários o melhor controle da qualidade do alho-semente, o aumento do uso de alhos nobres e a realização de pesquisa de cultivares capazes de produzir satisfatoriamente sob diferentes condições climáticas.

Além desses fatores, é importante ressaltar que a cultura é bastante exigente, no que se refere à nutrição mineral. Os solos ideais apresentam textura média, são ricos em matéria orgânica e dispõem de alto teor de nutrientes.

A ordem de extração dos macronutrientes é a seguinte: N>K>S>Ca>P>Mg. Mesmo sendo o quinto nutriente, em ordem de extração pela planta, o fósforo é o macronutriente cuja aplicação proporciona maiores ganhos em produtividade e tamanho do bulbo.

O nitrogênio exerce forte influência sobre a produtividade. No entanto, é preciso atentar para o fato de que, em dosagens excessivas, ele ocasiona o fenômeno conhecido como superbrotamento. Tal anomalia aparenta ser prevenida por aplicações de potássio que, embora seja o segundo nutriente na ordem de extração, não tem influência significativa sobre a produtividade.

Com os resultados obtidos, espera-se maximizar a produtividade e, simultaneamente, evitar aplicações excessivas de nutrientes, que possam resultar em anomalias fisiológicas ou interações com outros minerais, capazes de prejudicar a absorção dos mesmos, resultando em sintomas de deficiência.

Este trabalho foi realizado com os objetivos de estudar a influência de fontes e doses de fósforo na produtividade do alho vernalizado (cv. Roxo Pérola de Caçador), proveniente de cultura de meristemas, em solo com baixo teor de fósforo, bem como verificar o efeito de diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação no desempenho produtivo do alho vernalizado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

Segundo Filgueira (2000), a espécie cultivada *Allium sativum* L. originou-se da Ásia Central e foi introduzida na costa do Mar Mediterrâneo ainda no período pré-histórico. A planta é tenra, com cerca de 50 cm de altura e folhas alongadas muito estreitas, cerosas, com seção em “V”. O caule verdadeiro é um disco comprimido, ponto de partida das folhas e raízes. As bainhas das folhas formam um pseudocaulo curto, cuja parte inferior é um bulbo. As raízes são pouco ramificadas, concentrando-se em um cilindro com 50 cm de altura. Há raízes que ultrapassam a profundidade de 1,0 m. A parte utilizável é um bulbo composto por bulbilhos, os quais constituem uma estrutura rica em amido e substâncias aromáticas, de valor condimentar e nutricional. Cada bulbilho contém uma gema capaz de originar uma nova planta após a brotação. Há túnicas envolvendo o bulbo e uma película cobrindo os bulbilhos.

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das hortaliças mais importantes no Brasil, sendo cultivado, principalmente, nas regiões mais frias do país (Menezes Sobrinho et al., 1999).

De acordo com Vieira (2004), as maiores produtividades alcançadas, por ordem de importância, pertencem aos produtores egípcios, com 23.226 kg.ha⁻¹ – quantidade 2,2 vezes maior que a média de todos os países, seguidos pelos americanos, 19.259 kg.ha⁻¹ e os chineses, que mantêm o terceiro melhor desempenho, com 13.969 kg.ha⁻¹. No cenário mundial, a China lidera a exploração da cultura, com cerca de 55,8% da área total plantada e 71,2% da produção, que foi de 8,8 milhões de toneladas em 2004.

Segundo Resende et al. (1999), o volume de alho comercializado na Central de Abastecimento de São Paulo (CEAGESP) evoluiu de 2.588 toneladas

anuais, em 1992 para 4.535, em 1996. Entretanto, esse maior volume não representa uma vantagem efetiva para o produtor brasileiro, devido ao grande volume de importação, que atingiu 100.359 toneladas em 1996, somado à concorrência acirrada do produto importado, de melhor qualidade e custo inferior ao nacional.

No Rio de Janeiro, a oferta de alho no CEASA-RJ, durante o ano de 2001, foi de, aproximadamente, 18.990 toneladas, mas a participação do alho nacional foi de apenas 2.527 toneladas (Centrais de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro – CEASA, 2002).

Com relação à produção, em 2006, a produção brasileira de alho foi de 87.779 toneladas, com produtividade média de 8.371 kg.ha⁻¹, chegando a atingir 11.109 kg.ha⁻¹, em Minas Gerais e 11.989 kg.ha⁻¹, em Goiás (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2008). Culturas de alho conduzidas com alta tecnologia, inclusive com o uso de cultivares nobres, e estabelecidas em condições favoráveis de clima e solo, alcançam produtividades superiores a 12.000 kg.ha⁻¹. Com elevada produtividade, resultante do emprego de alta tecnologia, a cultura do alho tem grande potencial de lucratividade (Sistema Brasileiro do Agribusiness de Minas Gerais - AGRIDATA, 2000).

O alho, devido às suas qualidades organolépticas, vem sendo usado, desde a Antiguidade, como condimento (Saturnino, 1978). Em virtude de suas excepcionais características de sabor e aroma, o alho é um dos principais condimentos utilizados na culinária brasileira e de vários outros países (Carvalho et al., 1987). As farmacopéias mais antigas já indicavam o alho na terapêutica de diversas doenças. Seu uso como medicamento é mundialmente conhecido. Acredita-se que esta generalização tenha relação com suas propriedades antibacterianas (Saturnino, 1978).

No Brasil, grande parte do alho comercializado vinha sendo utilizado sob a forma *in natura*, porém, nos últimos anos têm sido introduzidas, com

grande aceitação, as pastas de alho e sal e, em menor proporção, o alho desidratado.

No alho, os compostos sulfurados voláteis (alicina) são responsáveis pelas características do odor. Esses compostos são produzidos após injúria do tecido por meio da ação enzimática da alinase sobre a alina, produzindo também ácido pirúvico e amônia (Carvalho et al., 1987).

2.2 Vernalização

Segundo Castellane et al. (1992), a refrigeração pré-plantio (para a obtenção do alho vernalizado), principalmente para as cultivares nobres, permite o cultivo em áreas onde, em condições normais, a bulbificação não ocorreria, devido à insuficiência climática. Esta técnica pode, ainda, viabilizar o plantio de alho no período da entressafra e possibilitar precocidade nas colheitas, contribuindo para um melhor abastecimento interno e diminuindo ou cessando as necessidades de importações.

Ferreira et al. (1991) estudaram o desenvolvimento de alho da cultivar Chonan, em Lavras, MG, refrigerado, por 0, 13, 26 e 39 dias, a $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, em sete épocas de plantios mensais, a partir de 15 de março. O armazenamento refrigerado estimulou o enraizamento e a brotação dos bulbilhos, promovendo a aceleração do crescimento das plantas.

Segundo Silva & Alvarenga (1985), é possível reduzir o ciclo da cultura do alho 'Chonan' em 30 dias, por efeito do choque frio em pré-plantio dos bulbos por 20 e 30 dias, a 4°C .

Silva & Casali (1987) observaram que a frigorificação em alho da cultivar Peruano antecipou a superação da dormência, medida pelo índice visual de superação de dormência (IVSD), em todas as épocas de plantio testadas.

Reghin & Kimoto (1998) estudaram os efeitos dos períodos de frigorificação, a 15°C e 4°C , na superação da dormência, na vernalização e na

produtividade de alho cultivar Roxo Pérola de Caçador. Para planejamento do plantio em abril, recomendaram períodos mais curtos de frigorificação, como dez dias a 15°C e quarenta dias a 4°C, realizado imediatamente antes do plantio.

2.3 Importância da cultura de meristemas

A propagação vegetativa do alho facilita o acúmulo de vírus, fazendo com que as cultivares perpetuem viroses capazes de reduzir consideravelmente os rendimentos da cultura e, possivelmente, a longevidade dos bulbos armazenados. O aumento da produtividade das cultivares de alho brasileiras só será conseguido livrando-as dos vírus que as infeccionam. A limpeza clonal pode ser efetuada com alguma facilidade, mediante o emprego da cultura de meristemas (Carvalho, 1986).

2.4 Exigências nutricionais

O fósforo (P) é, dos macronutrientes, um dos menos exigidos pelas plantas. Não obstante, trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Nas regiões tropicais e subtropicais, é elemento cuja falta no solo mais freqüentemente limita a produção, principalmente em culturas anuais. Além da carência generalizada de P nos solos brasileiros, o elemento apresenta forte interação com o solo (fixação), o que reduz a eficiência da adubação fosfatada. Devido aos papéis do fósforo na vida da planta, participando da síntese e da degradação de macromoléculas – amido, gorduras, proteínas – e de outros inúmeros processos metabólicos, a sua carência se reflete no menor crescimento das plantas. Como o P se redistribui facilmente na planta, os sintomas da deficiência, inicialmente, ocorrem nas folhas mais velhas. Estas podem mostrar cor amarelada, pouco brilho, cor verde-azulada; em algumas espécies, pode ocorrer tonalidade arroxeada (Faquin, 2001).

Apesar de ser o quinto nutriente, em ordem de extração pela cultura do alho, o fósforo é aquele que oferece maiores respostas em produtividade e no aumento da massa do bulbo (Filgueira, 2000).

As quantidades de fósforo exigidas pelas culturas são, geralmente, baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa baixa exigência, os teores desse nutriente na solução do solo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na mesma, não são suficientes para atender às necessidades das culturas. Como consequência disso, nas adubações, é o fósforo o nutriente que entra em maiores proporções. Embora não se disponha de estudos sistemáticos de competição entre fertilizantes fosfatados para hortaliças, acredita-se, de maneira geral, que a eficiência agrônômica das fontes de fósforo não deve ser muito diferente daquela obtida para culturas anuais. Nessas culturas, o termofosfato apresenta a melhor eficiência agrônômica, seguido dos fertilizantes fosfatados solúveis em água, como os superfosfatos. Os de menor eficiência são os fosfatos naturais (Coutinho et al., 1993).

No Brasil, as aplicações de fósforo são realizadas em altas proporções na cultura do alho, principalmente por causa da fixação de grande parte dos fertilizantes fosfatados solúveis. O problema piorou devido ao fato de as aplicações de fertilizantes serem feitas para a área inteira, seguidas de incorporação no solo a uma profundidade de 20 a 30 cm, aumentando consideravelmente a superfície de contato entre o nutriente e o solo, favorecendo a adsorção e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de nutriente para a cultura (Büll et al., 2005). De acordo com Vidigal et al. (2002), maiores doses de fósforo no solo podem reduzir a absorção de outros nutrientes como Zn, Cu e Fe, por causa da precipitação destes, podendo, assim, interferir no crescimento das culturas.

No caso de alho vernalizado, as pesquisas sobre a adubação fosfatada ainda são escassas. Não se chegou ainda a um consenso com relação às quantidades e fontes de fósforo proporcionam maiores ganhos em produtividade. O que se tem observado é que a resposta à adubação fosfatada depende, em grande parte, do tipo e da fertilidade do solo.

Nogueira et al. (1989) testaram os efeitos da aplicação de gesso, fosfato natural e adubo verde na cultura do alho. Concluíram pela ocorrência de modificações benéficas nas características do solo. Além disso, o maior aumento na produtividade foi atribuído ao adubo verde.

Seno et al. (1995) estudaram os efeitos de quatro doses de P_2O_5 e quatro doses de esterco de curral na cultura do alho, cv. Roxo Pérola de Caçador, frigorificado a 4°C, durante 59 dias. O comprimento das plantas 30 dias após o plantio decresceu linearmente em função das doses de P_2O_5 , provavelmente devido a uma deficiência de zinco, induzida pela concentração de fosfato na camada superficial do solo ou a algum outro efeito capaz de alterar o aspecto nutricional da planta. Não se constatou influência do esterco de curral no comprimento das plantas 30 dias após o plantio, porém, 60 dias após o plantio, observou-se efeito quadrático, atingindo ponto de máxima produtividade com 11 t/ha. Doses superiores podem ter induzido uma deficiência de micronutrientes, em função da complexação desses pela matéria orgânica, acarretando menor desenvolvimento da planta.

Durante a fase de máximo desenvolvimento da parte aérea e do bulbo ocorrem diferenças no acúmulo de nutrientes entre as plantas propagadas de forma convencional e com o uso de cultura de tecidos. As plantas obtidas por cultura de tecidos acumulam quantidade significativamente maior de nutrientes (Resende et al., 1999). O alho proveniente de cultura de tecidos responde a doses mais elevadas de nitrogênio, tanto em termos de crescimento quanto de produção, que o alho multiplicado de forma convencional. Considerando a

obtenção de produções comerciais, os níveis de resposta chegaram a, aproximadamente, 195 kg ha⁻¹ de N, sendo quase duas vezes superior ao recomendado para o alho propagado pela via convencional (Resende et al., 2000).

De acordo com o trabalho de Novais et al. (1974), a aplicação de adubo nitrogenado aumenta os teores de N, P e Mg na folha, decrescendo o teor de K e não alterando o de Ca. A cobertura morta aumenta os teores de N, K e Ca, não alterando os de P e Mg. Não foi verificado efeito significativo do espaçamento de plantio sobre os teores dos elementos analisados.

Segundo Okano et al. (1983), apud Rosolem (2001), o nitrogênio tem translocação bem rápida na planta, inclusive aquele aplicado por via foliar. O nutriente se movimenta através do floema, principalmente em formas orgânicas, sendo sua distribuição na planta uma função da demanda em cada órgão, no momento da aplicação.

Em soja, Vasilas et al. (1980), apud Rosolem (2001), mostraram recuperação de 70% do nitrogênio aplicado via foliar à soja. Aos 20 dias após a aplicação, o nutriente absorvido encontrava-se, principalmente, nas folhas e no caule, entretanto, com o passar do tempo, aproximadamente 95% do N absorvido foi translocado para os grãos.

Uma das fases mais importantes da cultura do alho é a formação dos bulbilhos, ocasião esta em que poderão ocorrer o superbrotamento ou o pseudoperfilhamento. O N é um nutriente decisivo no aumento da produtividade, mas também no descontrole do superbrotamento, principalmente quando aplicado em doses altas ou muito tarde após o plantio (Villas Bôas et al., 2003). Trabalhos realizados em diferentes regiões do Brasil indicam níveis de aplicação de nitrogênio muito baixos, não só pela falta de resposta a doses elevadas, como também pela sensibilidade da planta ao excesso do nutriente (Magalhães, 1986). A influência de níveis elevados de nitrogênio, associados ou não a outros

fatores, com relação ao superbrotamento de alho, faz com que muitos produtores utilizem menor quantidade desse nutriente (Souza, 1990).

Büll et al. (2001) verificaram que a absorção de potássio, cálcio e magnésio pelas plantas foi influenciada pela adubação potássica no plantio e em cobertura, observando-se efeito antagônico do potássio sobre a absorção de cálcio e magnésio. A elevação no nível de potássio no solo por ocasião do plantio proporcionou aumentos significativos na produção de bulbos, que não foi influenciada por variações na dose da adubação potássica em cobertura.

Segundo Rosolem (2001), a translocação do potássio, geralmente, é rápida, mas depende do estado nutricional da planta. Em cafeeiro, foi demonstrado que o potássio aplicado às folhas é translocado para os frutos em formação. A translocação é tanto maior quanto maior for a dose do nutriente aplicado, na forma de KCl, até a concentração de $9,0 \text{ g L}^{-1}$ de K_2O . Dessa forma, a translocação de K na planta não é limitante para a eficiência da aplicação foliar.

O estudo da adubação potássica tem sido efetuado quase sempre em confronto com outros nutrientes. Na prática, é comum o emprego de altas doses de potássio em plantações exuberantes de alho, principalmente após a diferenciação em bulbilhos. Os produtores de alho acreditam que este nutriente evite o superbrotamento (Nakagawa, 1993).

Pereira et al. (1987) testaram os efeitos da adubação orgânica sobre a cultura do alho e observaram que ela não afetou o teor de Al trocável do solo, porém, observou-se acréscimo no teor desse elemento com o emprego da maior dose de adubo químico. Tal fato pode ser explicado pelo abaixamento do pH, promovido pelo adubo químico, o que aumentou o teor de alumínio solúvel no solo. O menor pH encontrado com a aplicação dos adubos químicos pode ser explicado pelo efeito acidificante do sulfato de amônio empregado na adubação. Não houve efeito do composto orgânico sobre o pH do solo.

2.5 Sistemas de irrigação

Atualmente, os sistemas de irrigação mais utilizados na cultura do alho são aspersão convencional e pivô central, que demandam um grande volume de água para um bom funcionamento. Com a crescente dificuldade de disponibilidade de grandes volumes de água de qualidade para a irrigação, torna-se necessário o estudo de métodos de irrigação mais eficientes no uso da água, reduzindo-se ao máximo o desperdício. Observa-se, atualmente, grande crescimento no uso do método de irrigação por gotejamento nas diversas atividades agrícolas, principalmente pela facilidade no manejo da irrigação, pela possibilidade do uso da fertirrigação e pela economia de água.

Segundo Bernardo (1995), a irrigação por gotejamento compreende os sistemas de irrigação nos quais a água é aplicada ao solo, diretamente sobre a região radicular, em pequenas intensidades (um a dez litros por hora), porém, com alta frequência (turno de rega de um a quatro dias), de modo que mantenha a umidade do solo na zona radicular próxima à “capacidade de campo”. Para isso, a aplicação de água é feita por meio de tubos perfurados com orifícios de diâmetros reduzidos ou de pequenas peças denominadas gotejadores, conectadas em tubulações flexíveis de polietileno, trabalhando a pressões variando de 0,5 a 2,5 atmosferas, sendo que a pressão de serviço da maioria dos tipos de gotejadores está em torno de uma atmosfera. A aplicação d’água ao solo é feita sob a forma de “ponto forte”, ficando a superfície do solo com uma área molhada com forma circular e o volume do solo molhado com forma de um bulbo. Quando os pontos de gotejamento são próximos uns dos outros, forma-se uma faixa molhada contínua. Sendo assim, somente uma pequena porção da superfície do solo será molhada, o que diminui em muito a evaporação direta da água do solo para a atmosfera, quando comparada com a irrigação por aspersão e por superfície.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: UFV, 1995. 657 p.
- BÜLL, L.T.; COSTA, M.C.G; NOVELLO, A; FERNANDES, D.M; VILLAS BÔAS, R.L. Doses and forms of application of phosphorus in vernalized garlic. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 5, p. 516-521, Oct. 2005.
- BÜLL, L.T.; VILLAS BOAS, R.L.; FERNANDES, D.M.; BERTANI, R.M.A. Fertilização potássica na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.5 8, n. 1, p.157-163, jan./mar. 2001.
- CARVALHO, M.G. de. Viroses do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, out. 1986.
- CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G.; LEITE, I.P. Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas cultivares de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 7, p. 733-740, jul. 1987.
- CASTELLANE, P.D.; FERREIRA FILHO, C.; ALBUQUERQUE, A. Efeito da refrigeração pré-plantio na produção de alho, seleções Gigante 10 e Gigante 20, em São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 2, p. 98-99, nov. 1992.
- CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Comercialização** : alho. Rio de Janeiro, 2002. Fax.
- COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 85-140.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182 p.
- FERREIRA, F. A.; CASALI, V. W.D.; ÁLVARES, V. H.; RESENDE, G. M. de. Desenvolvimento de alho cvs. Chonan e Quitéria após armazenamento refrigerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 8-10, maio 1991.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura** : agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Brasil, produção agrícola municipal, lavoura temporária.** Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2008.

MAGALHÃES, J. R. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 20-30, out. 1986.

MENEZES SOBRINHO, J.A. de; CHARCHAR, J. M.; ARAGÃO, F.A.S. Caracterização morfológica de germoplasma de alho por análises multivariada, componentes principais e variáveis canônicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 96-101, jul. 1999.

NAKAGAWA, J. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 341-380.

NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P.T.G.; PAULA, M.B. de; FARIA, J.F. Gesso, fosfato natural e adubo verde na cultura do alho em solo aluvial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 3, p. 349-354, set./dez. 1989.

NOVAIS, R.F. de; MENEZES SOBRINHO, J.A. de; SANTOS, H.L. dos; SANS, L.M.A. Efeito da adubação nitrogenada e da cobertura morta, em três espaçamentos de plantio, sobre os teores de N, P, K, Ca e Mg na folha do alho 'Amarante'. **Revista Ceres**, v. 21, n. 118, p. 486-499, 1974.

PEREIRA, E.B.; FORNAZIER, M.J.; SOUZA, J.L. de; VENTURA, J.A.; NOGUEIRA, F.D. Efeitos da adubação orgânica, com composto, sobre a cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.1, p.36-38, maio 1987.

REGHIN, M.Y.; KIMOTO, T. Dormência, vernalização e produção de alho após diferentes tratamentos de frigorificação de bulbilhos-semente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p. 73-79, maio 1998.

RESENDE, F.V.; SOUZA, R. J. de; FAQUIN, V.; RESENDE, J.T.V. Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p.118-124, jul. 1999.

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, v. 18, n. 1, p. 31-36, mar. 2000.

ROSOLEM, C.A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA, 2001. v.1, 99 p.

SATURNINO, H.M. Propriedades químicas e usos do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 48, p. 64-67, dez. 1978.

SENO, S.; SALIBA, G.G.; PAULA, F.J. de; KOGA, P.S. Utilização de fósforo e esterco de curral na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p.196-199, nov. 1995.

SILVA, J.L.O. da; ALVARENGA, M.A.R. Efeitos do choque frio sobre algumas características agronômicas do alho Chonan. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 9. p. 1051-1059, set. 1985.

SILVA, N.F.; CASALI, V.W.D. Frigorificação, época de plantio e dormência do alho cv. Peruano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 29-30, nov. 1987.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DO AGRIBUSSINESS DE MINAS GERAIS. **Cultura do alho**. Disponível em: < www.agridata.mg.gov.br/alho>. Acesso em: 02 ago. 2000.

SOUZA, R.J. **Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum L.*)**. 1990. 143 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VIDIGAL, S.M.; PEREIRA, P.R.G.; PACHECO, D.D. Nutrição mineral e adubação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 36-50. 2002.

VIEIRA, L.M. Desempenho da produção vegetal : alho. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**, Florianópolis, p. 24-32, 2004.

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, 42., 2003, Recife. **Resumos expandidos e palestras...** Recife: SOB, 2003. 1 CD-ROM.

**CAPÍTULO 2: PRODUTIVIDADE DE ALHO VERNALIZADO, EM
FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE FÓSFORO**

1 RESUMO

SEDOGUCHI, Ériko Tadashi. Produtividade de alho vernalizado em função de fontes e doses de fósforo. In: _____. **Produtividade em alho vernalizado, proveniente de cultura de meristemas, sob doses de fósforo, nitrogênio e potássio**. 2008. cap. 2, p. 16-42. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, verificar a influência de fontes e doses de fósforo na produtividade do alho vernalizado (cv. Roxo Pérola de Caçador) em solo com baixo teor de fósforo. O experimento foi conduzido, em condições de campo, no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, em área com baixo teor de fósforo. Utilizou-se o esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, sendo três fontes (superfosfato simples, com 18% de P_2O_5 ; superfosfato triplo, com 41% de P_2O_5 e termofosfato magnésiano, com 17% de P_2O_5), três doses (200, 400 e 600 kg ha⁻¹ de P_2O_5) e um tratamento adicional, que não recebeu adubação fosfatada. Foram determinadas características de crescimento e produção: massa total das plantas, produtividade total dos bulbos, produtividade dos bulbos comerciais, número de bulbilhos por bulbo da produção comercial, massa média de bulbilhos da produção comercial e porcentagem de superbrotamento. Utilizando-se as fontes superfosfato simples e superfosfato triplo, verificou-se redução na massa total de plantas, na produtividade total dos bulbos e na produtividade de bulbos comerciais, com a elevação da dose de fósforo. Com o uso do termofosfato magnésiano, não se observaram variações significativas nas características produtivas, em função das doses de fósforo estudadas.

Comitê Orientador: Rovilson José de Souza – UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

2 ABSTRACT

SEDOGUCHI, Ériko Tadashi. Productivity of vernalized garlic in function of sources and doses of phosphorous. In: _____. **Productivity of the vernalized garlic, deriving from tissue culture, under doses of phosphorus, nitrogen and potassium.** 2008. cap. 2, p. 16-42. Thesis (Doctor's degree in Agronomy/Phytotechny) - Federal University of Lavras, Lavras.

The objective of this work was to verify the influence of sources and doses of phosphorus in the productivity of the vernalized garlic in soil with low phosphorus content. The experiment was carried out in field conditions in the Horticulture Sector at Lavras Federal University, in area with low match tenor. The factorial scheme used was 3x3+1, being three sources (Simple Superphosphate, with 18% of P₂O₅; Triple Superphosphate, with 41% of P₂O₅ and Magnesium Term phosphate, with 17% of P₂O₅), three doses (200, 400 e 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅), and one additional treatment, that it didn't receive manuring with phosphorus. The following growth and yield-related traits were evaluated: total mass of plants, total productivity of bulbs, productivity of commercial bulbs, number of little bulbs per bulb of commercial production, average mass of little bulbs of commercial production and secondary bulb growth percentage. Being used the sources simple superphosphate and triple superphosphate, reduction was verified in the total mass of plants, in the total productivity of bulbs and in the productivity of commercial bulbs with the elevation of the dose of phosphorus. With the use of the magnesium term phosphate, it was not observed significant variations in the productive characteristics in function of the studied doses of phosphorus.

Guidance Committee: Rovilson José de Souza – UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um dos elementos proeminentes que são absorvidos como ânion complexo, principalmente como íonio H_2PO_4^- . O fosfato desempenha papel-chave no metabolismo energético. Incorporado em ATP, é parte da “moeda energética” universal de todas as células vivas de quaisquer espécies. O fosfato está presente nos fosfolipídeos, nos nucleotídeos, no ácido fítico e nas coenzimas, promovendo a absorção do molibdato, regulando muitos processos enzimáticos e atuando como ativador de enzimas. O papel do fósforo nas reações biossintéticas sugere que sua deficiência, dificilmente, seria menos desastrosa do que a de nitrogênio. A carência de fósforo causa distúrbios imediatos e severos no metabolismo e no desenvolvimento da planta. Os cloroplastos das plantas deficientes em fósforo mostram várias anormalidades, que parecem não ser uniformes em diferentes espécies.

O fósforo é, talvez, o elemento que mais frequentemente limita a produção nas regiões tropicais, apesar das exigências relativamente pequenas das plantas. Essa aparente contradição na desproporção entre as quantidades que devem ser fornecidas e as realmente necessárias é explicada pela grande complexação e adsorção de fósforo no solo.

No alho, a deficiência de fósforo causa redução no crescimento e no amarelecimento irregular das folhas mais velhas, progredindo do ápice em direção à base, podendo ser confundida com sintoma de deficiência de nitrogênio (Magalhães, 1986).

O fósforo é o nutriente que oferece maiores respostas em produtividade e no aumento da massa do bulbo, mesmo não sendo aquele extraído em maior quantidade.

Como é muito comum que este nutriente apresente teores insuficientes na solução do solo para atendimento das necessidades da cultura, ele acaba por

entrar em maiores proporções nas aplicações de fertilizantes. Acredita-se que a eficiência agronômica das fontes de fósforo não seja muito diferente daquela obtida para culturas anuais. Nessas culturas, o termofosfato apresenta a melhor eficiência agronômica, seguido dos fertilizantes fosfatados solúveis em água, como os superfosfatos. Os de menor eficiência são os fosfatos naturais.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência de diferentes fontes e doses de fósforo na produtividade do alho vernalizado.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

As quantidades de fósforo (P) exigidas pelas culturas são, geralmente, baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa baixa exigência, os teores desse nutriente na solução do solo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na mesma, não são suficientes para atender às necessidades das culturas. Como consequência desses fatos, nas adubações é o fósforo o nutriente que entra em maiores proporções (Coutinho, 1993).

No Brasil, as aplicações de fósforo são realizadas em altas proporções na cultura do alho, principalmente por causa da fixação de grande parte dos fertilizantes fosfatados solúveis (Büll et al., 2005).

Dentre as espécies iônicas originadas do ácido ortofosfórico (H_3PO_4) predomina, na faixa de pH do solo de 4 a 7, a forma de fosfato ($H_2PO_4^-$), que é absorvida pelas raízes das plantas. Geralmente, a concentração de fosfato nas células radiculares e na seiva do xilema é de 100 a 1.000 vezes maior do que a da solução do solo. Isso demonstra que a absorção de fosfato dá-se contra um alto gradiente de concentração, portanto, ele é absorvido ativamente (Faquin, 2001).

Segundo Souza (1978), a deficiência de fósforo provoca menor crescimento das plantas, amarelecimento irregular do ápice das folhas mais velhas e morte do ápice das folhas, progredindo em direção à base. Pode ser confundido com deficiência de nitrogênio.

Nogueira et al. (1989) conduziram um experimento em condição de campo para estudar o efeito do gesso, do fosfato natural e do adubo verde no cultivo do alho, durante dois anos consecutivos. Verificou-se, no segundo cultivo, efeito significativo do fósforo e do gesso, e do tratamento fósforo + gesso, tanto na presença como na ausência do adubo verde. Concluiu-se que

existe efeito residual da fertilização, de modo que a adubação verde, a gessagem e a fosfatagem promovem modificações benéficas aos cultivos sucessivos de alho.

No caso de alho vernalizado, as pesquisas sobre a adubação fosfatada ainda são escassas. Não se chegou, ainda, a um consenso com relação às quantidades e às fontes de fósforo que proporcionam maiores ganhos em produtividade. O que se tem observado é que a resposta à adubação fosfatada depende, em grande parte, do tipo e da fertilidade do solo. Em alguns casos, mesmo solos com baixos teores de fósforo não têm respondido à aplicação de fósforo.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido, em condições de campo, no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, no período de 26/04/2006 a 16/09/2006. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico e, de acordo com a análise de solo apresentada na Tabela 1, apresentava baixo teor de fósforo. Utilizou-se o esquema fatorial 3x3+1, sendo três fontes de fósforo (superfosfato simples, com 18% de P_2O_5 ; superfosfato triplo, com 41% de P_2O_5 e termofosfato magnésiano, com 17% de P_2O_5), três doses de fósforo (200, 400 e 600 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5), e um tratamento adicional, que não recebeu adubação fosfatada. O delineamento usado foi o de blocos casualizados, com 3 repetições. As parcelas foram dispostas em canteiros e compostas por 5 linhas de plantio, cada uma com 2 m de comprimento, espaçadas em 0,2 m. O espaçamento entre plantas adotado foi de 0,10 m. A área útil foi definida pelas três fileiras centrais, subtraindo-se, ainda, 0,5 metro nas extremidades cada linha.

Além das quantidades totais dos fertilizantes fosfatados, foram aplicados, 35 $kg\ ha^{-1}$ de N, 200 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O e 3 $kg\ ha^{-1}$ de B, na adubação de plantio, utilizando-se como fontes uréia, cloreto de potássio e bórax, respectivamente. Os fertilizantes foram incorporados nos canteiros 10 dias antes do plantio. Em cobertura, foram aplicados 20 $kg\ ha^{-1}$ de N, aos 55 dias e 40 $kg\ ha^{-1}$ de N, aos 90 dias, na forma de uréia.

A cultivar utilizada foi a 'Roxo Pérola de Caçador', sendo os bulbos-semente submetidos a um período de vernalização de 50 dias, em câmara com temperatura média de 4°C.

TABELA 1 Resultados das análises física e química do solo da área experimental*. UFLA, Lavras, MG, 2006.

SIGLA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
pH	Em água (1:2,5)	-	5,8
P	Fósforo (Mehlich)	mg.dm ⁻³	4,3
K	Potássio	mg.dm ⁻³	48
Ca	Cálcio	cmol _c .dm ⁻³	3,2
Mg	Magnésio	cmol _c .dm ⁻³	0,9
Al	Alumínio	cmol _c .dm ⁻³	0,0
H+Al	Acidez potencial	cmol _c .dm ⁻³	2,9
SB	Soma de bases	cmol _c .dm ⁻³	4,2
(t)	CTC efetiva	cmol _c .dm ⁻³	4,2
(T)	CTC a pH 7,0	cmol _c .dm ⁻³	7,1
V	Saturação bases	%	59,3
m	Saturação alumínio	%	0
MO	Matéria orgânica	dag.kg ⁻¹	2,9
P-rem	Fósforo	mg.L ⁻¹	7,5
Areia	-	dag.kg ⁻¹	16
Silte	-	dag.kg ⁻¹	22
Argila	-	dag.kg ⁻¹	62
Textura	Classe textural	-	Muito Argilosa

*Realizadas no DCS/UFLA.

Aos 60 dias após o plantio, a irrigação foi suspensa por 16 dias, visando diminuir o índice de superbrotamento. A irrigação também foi suspensa 10 dias antes da colheita.

5.2 Características avaliadas

A colheita foi efetuada aos 137 dias após o plantio. Em seguida, as plantas foram secas ao sol por três dias e curadas à sombra, por 60 dias. Após a cura, foi efetuado o toalete dos bulbos, sendo, então, anotados os dados de produção.

Foram avaliados a massa total das plantas, a produtividade total dos bulbos, a produtividade dos bulbos comerciais, o número de bulbilhos por bulbo da produção comercial, a massa média de bulbilhos da produção comercial e a porcentagem de superbrotamento em função das fontes e doses de fósforo estudadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com realização do teste de F, e as comparações entre os tratamentos integrantes do esquema fatorial foram efetuadas por meio de análises de regressão. Os tratamentos integrantes do esquema fatorial tiveram seus resultados médios comparados com o tratamento sem adubação fosfatada, por meio do teste de Dunnett.

5.2.1 Massa total das plantas

Após a cura, foi obtida a massa de todas as plantas colhidas em cada parcela, ou seja, considerando-se a parte aérea, bulbos e sistema radicular, sendo o valor apresentado em $t\ ha^{-1}$.

5.2.2 Produtividade total dos bulbos

Foram coletados os dados de produção de bulbos colhidos em cada parcela, descartando-se a parte aérea, expressos em $t\ ha^{-1}$.

5.2.3 Produtividade dos bulbos comerciais

A produtividade dos bulbos comerciais foi obtida considerando-se bulbos com diâmetro acima de 32 mm, não superbrotados e sem chochamento, sendo esta expressa em $t\ ha^{-1}$.

5.2.4 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial

Por meio da contagem de bulbilhos de uma amostra de dez bulbos comerciais, pôde-se determinar um valor médio.

5.2.5 Massa média de bulbilhos da produção comercial

Por meio do quociente entre a massa, em gramas, e o número de bulbilhos de uma amostra de dez bulbos comerciais, obteve-se a massa média de bulbilhos.

5.2.6 Porcentagem de superbrotamento

Por meio da contagem dos bulbos superbrotados em relação ao número total colhido em cada um dos tratamentos, foi determinada a porcentagem da ocorrência de superbrotamento.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Massa total das plantas

Houve diferença significativa da massa total das plantas em função de fontes e doses de fósforo (Tabela 2). Os valores obtidos reduziram linearmente com o aumento nas doses de fósforo avaliadas, quando foram utilizados o superfosfato simples e o superfosfato triplo (Figura 1).

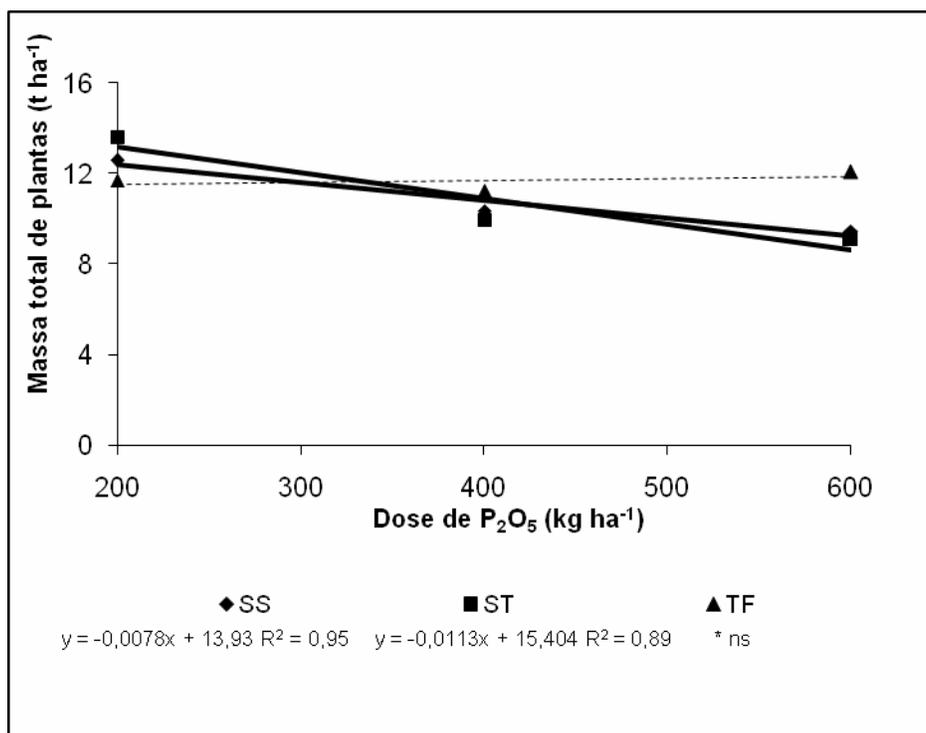


FIGURA 1 Massa total de plantas, em função de fontes e de doses de fósforo.
*ns: não significativo a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2006.

TABELA 2 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para massa total das plantas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	14877,6333 ^{ns}
Fonte	2	11752,9259 ^{ns}
Dose	2	87903,5926**
Fonte*dose	4	27669,2593*
Controle vs fatorial	1	335,5592 ^{ns}
Erro	18	7561,5593
Total	29	
CV (%)	10,43	
Média geral	833,6667	
Doses: SS ¹	(2)	43669,7778*
Linear	1	82602,6667**
Quadrática	1	4736,8889 ^{ns}
Doses: ST ²	(2)	96708,0000**
Linear	1	171366,0000**
Quadrática	1	22050,0000 ^{ns}
Doses: TF ³	(2)	2864,3333 ^{ns}
Linear	1	1120,6667 ^{ns}
Quadrática	1	4608,0000 ^{ns}

* e ** significativo, a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente.

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

De acordo com Vidigal et al. (2002), maiores doses de fósforo no solo podem reduzir a absorção de outros nutrientes, como Zn, Cu e Fe, por causa da precipitação destes, podendo, assim, interferir no crescimento das culturas. No caso do termofosfato, não foram observadas diferenças significativas, entre as doses avaliadas, para nenhuma das características produtivas. Provavelmente, o termofosfato, por ser uma fonte de baixa solubilidade em água, disponibilizou

menor quantidade de fósforo ao longo do ciclo da cultura, em relação aos superfosfatos, que são fontes de alta solubilidade.

Comparando-se os tratamentos componentes do fatorial com a testemunha, pelo teste de Dunnett, constatou-se que a massa total de plantas obtida na testemunha foi inferior apenas à observada no tratamento com 200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se como fonte o superfosfato triplo (Tabela 3)

TABELA 3 Massa total de plantas, em função de fontes e doses de fósforo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos		Massa total de plantas (g 0,6m ⁻²)
Fontes	Doses (kg ha ⁻¹)	
SS ¹	200	943,67 ^{ns}
SS	400	777,68 ^{ns}
SS	600	709,00 ^{ns}
ST ²	200	1021,33**
ST	400	747,33 ^{ns}
ST	600	683,33 ^{ns}
TF ³	200	878,33 ^{ns}
TF	400	844,00 ^{ns}
TF	600	905,67 ^{ns}
Controle		823,33

** significativo, em relação ao controle, a 1% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

6.2 Produtividade total dos bulbos

A produtividade total dos bulbos comportou-se de forma semelhante à massa total das plantas (Tabela 4). Também houve redução linear da massa em função do aumento nas doses de fósforo avaliadas, quando foram utilizados o superfosfato simples e o superfosfato triplo (Figura 2).

TABELA 4 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para produtividade total dos bulbos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	15232,0333 ^{ns}
Fonte	2	3936,3333 ^{ns}
Dose	2	70924,7778*
Fonte*dose	4	21331,4444*
Controle vs fatorial	1	360,5332 ^{ns}
Erro	18	4570,9593
Total	29	
CV (%)	9,38	
Média geral	720,7333	
Doses: SS	(2)	28018,7778**
Linear	1	53770,6667**
Quadrática	1	2266,8889 ^{ns}
Doses: ST	(2)	83747,4444**
Linear	1	143221,5000**
Quadrática	1	24273,3889*
Doses: TF	(2)	1821,4444 ^{ns}
Linear	1	170,6667 ^{ns}
Quadrática	1	3472,2222 ^{ns}

* e ** significativo, a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente.

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

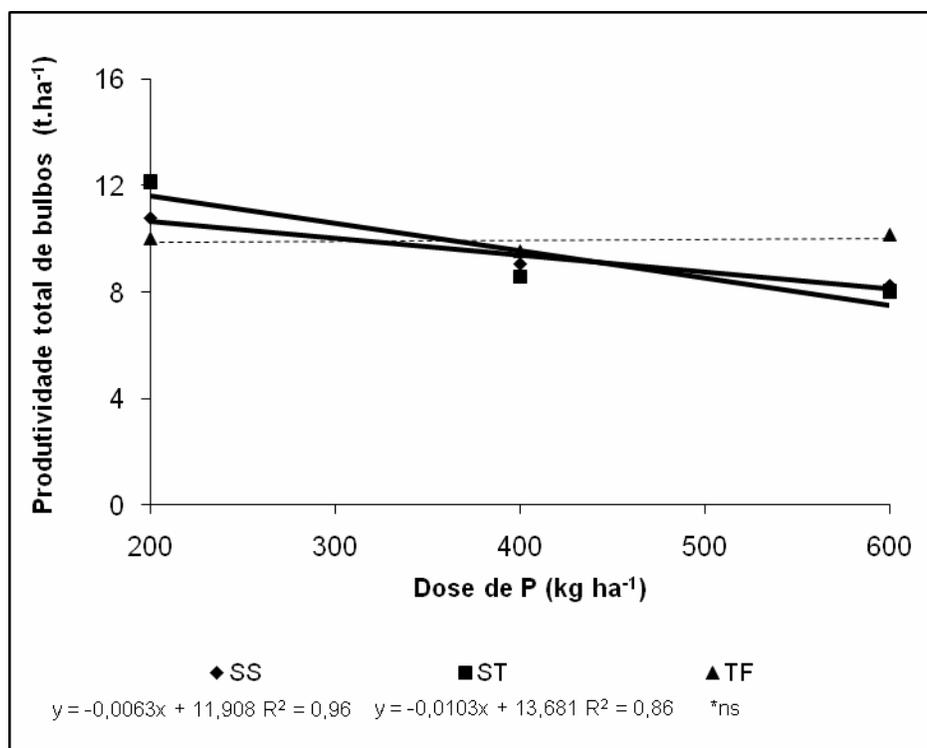


FIGURA 2 Produtividade total de bulbos comerciais, em função de fontes e doses de fósforo. *ns: não significativo, a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Comparando-se os tratamentos componentes do fatorial com a testemunha, pelo teste de Dunnett, constatou-se que a produtividade total dos bulbos obtida na testemunha foi inferior apenas à observada nos tratamentos com 200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se como fonte o superfosfato simples e, principalmente, o superfosfato triplo, à semelhança do que ocorreu para a massa total das plantas (Tabela 5).

TABELA 5 Produtividade total dos bulbos em função de fontes e doses de fósforo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos		Produtividade total dos bulbos (g 0,6m ⁻²)
Fontes	Doses (kg ha ⁻¹)	
SS ¹	200	809,67*
SS	400	681,33 ^{ns}
SS	600	620,33 ^{ns}
ST ²	200	908,33**
ST	400	643,67 ^{ns}
ST	600	599,33 ^{ns}
TF ³	200	753,33 ^{ns}
TF	400	717,00 ^{ns}
TF	600	764,00 ^{ns}
Controle		710,33

** e * significativo, em relação ao controle, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de Dunnett.

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

6.3 Produtividade dos bulbos comerciais

A produtividade dos bulbos comerciais foi proporcional à produtividade total das plantas, de forma que a análise de variância apresentou resultados semelhantes, com diferenças significativas em função de fontes e doses de fósforo (Tabela 6). Houve redução linear da produtividade, com o aumento nas doses de fósforo avaliadas, quando foram utilizados o superfosfato simples e o superfosfato triplo (Figura 3).

TABELA 6 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para produtividade dos bulbos comerciais. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	38110,9000*
Fonte	2	2906,3333 ^{ns}
Dose	2	106017,3333*
Fonte*dose	4	35125,6667*
Controle vs fatorial	1	9792,1332 ^{ns}
Erro	18	7508,6037
Total	29	
CV (%)	16,79	
Média geral	516,2000	
Doses: SS	(2)	53851,0000**
Linear	1	90774,0000**
Quadrática	1	16928,0000 ^{ns}
Doses: ST	(2)	110600,3333**
Linear	1	162032,6667**
Quadrática	1	59168,0000*
Doses: TF	(2)	11817,3333 ^{ns}
Linear	1	7072,6667 ^{ns}
Quadrática	1	16562,0000 ^{ns}

* e ** significativo, a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente.

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

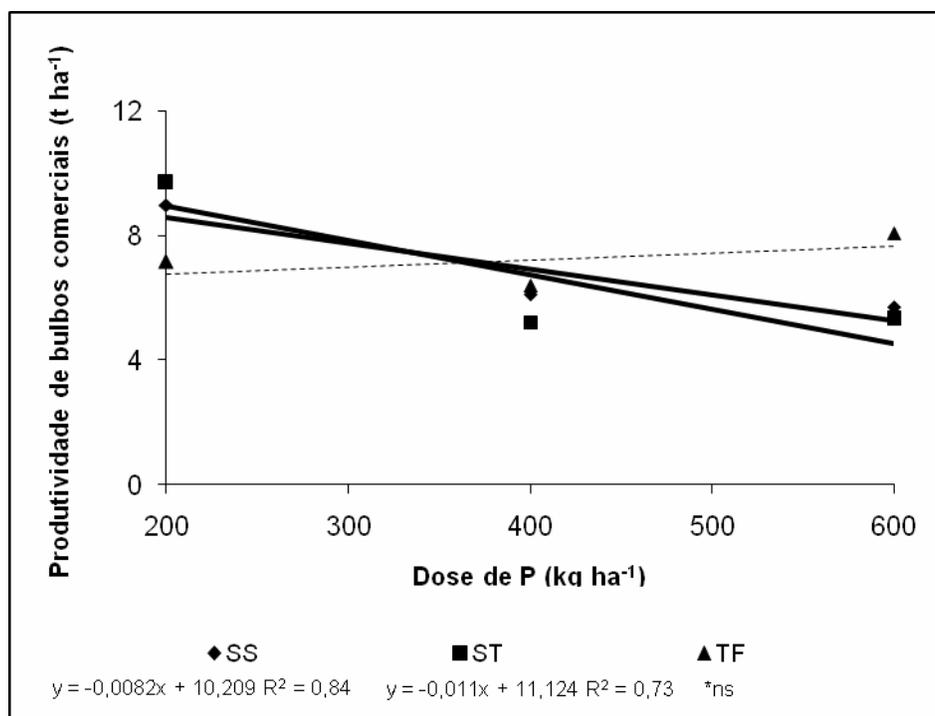


FIGURA 3 Produtividade de bulbos comerciais, em função de fontes e doses de fósforo. *ns: não significativo, a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Os tratamentos com 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se como fonte superfosfato simples e superfosfato triplo, e o tratamento com 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte o termofosfato magnésiano, apresentaram valores superiores aos observados no tratamento testemunha, de acordo com o teste de Dunnett (Tabela 7).

Em regiões produtoras de alho vernalizado, que adotam alta tecnologia, os alicultores vêm utilizando, no plantio, 600 a 750 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Tendo em vista os resultados obtidos, esses agricultores podem estar utilizando quantidades acima do que seria recomendável, técnica e economicamente.

Considerando os altos custos dos adubos, pesquisas nessas regiões deveriam ser conduzidas para avaliar melhor o uso do fósforo na cultura.

TABELA 7 Produtividade dos bulbos comerciais, em função de fontes e doses de fósforo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos		Produtividade dos bulbos comerciais (g.0,6m ⁻²)
Fontes	Doses (kg ha ⁻¹)	
SS ¹	200	673,33**
SS	400	458,33 ^{ns}
SS	600	427,33 ^{ns}
ST ²	200	727,33**
ST	400	391,00 ^{ns}
ST	600	398,67 ^{ns}
TF ³	200	537,33 ^{ns}
TF	400	480,67 ^{ns}
TF	600	606,00**
Controle		462,00

** significativo, em relação ao controle, a 1% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

6.4 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial

Esta característica também não apresentou diferenças significativas (Tabela 8). Todos os tratamentos apresentaram número de bulbilhos por bulbo semelhante ao do tratamento controle, de acordo com o teste de Dunnett (Tabela 9), o que pode estar relacionado às características da cultivar empregada no experimento.

Não há evidências, em trabalhos encontrados na literatura, de que o fósforo possa interferir no número de bulbilhos por bulbo, em cultivares de alho. Entretanto, pesquisas feitas com doses de nitrogênio o relacionam com o aumento no número de bulbilhos por bulbo, principalmente em cultivares sensíveis ao superbrotamento e que requerem a vernalização para que ocorra a formação dos bulbos.

TABELA 8 Resumo da análise de variância para número de bulbilhos por bulbo da produção comercial. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM ¹
Bloco	2	0,0015 ^{ns}
Fonte	2	0,0145 ^{ns}
Dose	2	0,0003 ^{ns}
Fonte*Dose	4	0,0267 ^{ns}
Controle vs Fatorial	1	0,0038 ^{ns}
Erro	18	0,0179
Total	29	
CV (%)	11,01	
Média geral	3,3831	

^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade.

¹ dados transformados para $\sqrt{(x+1)}$

TABELA 9 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial, em função de fontes e doses de fósforo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos		Número médio de bulbilhos por bulbo da produção comercial
Fontes	Doses (kg ha ⁻¹)	
SS ¹	200	10,07 ^{ns}
SS	400	10,37 ^{ns}
SS	600	11,33 ^{ns}
ST ²	200	11,53 ^{ns}
ST	400	11,40 ^{ns}
ST	600	10,40 ^{ns}
TF ³	200	11,13 ^{ns}
TF	400	11,03 ^{ns}
TF	600	10,87 ^{ns}
Controle		10,63

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

6.5 Massa média de bulbilhos da produção comercial

A massa média de bulbilhos, obtida a partir do quociente entre a massa e o número de bulbilhos de uma amostra de dez bulbos comerciais, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos componentes do fatorial (Tabela 10). Entretanto, o tratamento com 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte o superfosfato simples, apresentou resultado superior quando comparado com a testemunha (Tabela 11).

TABELA 10 Resumo da análise de variância para massa média de bulbilhos da produção comercial. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	0,2463 ^{ns}
Fonte	2	0,2706 ^{ns}
Dose	2	0,1439 ^{ns}
Fonte*dose	4	0,0545 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	0,0642 ^{ns}
Erro	18	0,1386
Total	29	
CV (%)	12,67	
Média geral	2,9387	

^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade.

TABELA 11 Massa média de bulbilhos da produção comercial em função de fontes e doses de fósforo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes	Tratamentos		Massa média de bulbilhos da produção comercial (g)
		Doses (kg ha ⁻¹)	
SS ¹		200	3,38*
SS		400	3,04 ^{ns}
SS		600	3,03 ^{ns}
ST ²		200	3,01 ^{ns}
ST		400	2,61 ^{ns}
ST		600	2,82 ^{ns}
TF ³		200	2,87 ^{ns}
TF		400	2,85 ^{ns}
TF		600	2,99 ^{ns}
	Controle		2,85

* significativo, em relação ao controle, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

6.6 Porcentagem de superbrotamento

Verificou-se que a aplicação de P_2O_5 , nas fontes e nas doses estudadas, não exerceu influência sobre a porcentagem de superbrotamento (Tabela 12). Todos os tratamentos apresentaram resultados semelhantes aos do tratamento controle, de acordo com o teste de Dunnett (Tabela 13). Os resultados evidenciam que o fósforo não apresenta nenhuma relação com o superbrotamento na cultura do alho. Na literatura, não foram verificadas referências a esse elemento, relacionando-o com tal anormalidade.

Diversos trabalhos relacionam o efeito de doses elevadas de nitrogênio e maior disponibilidade de água, na fase de bulbificação, ao superbrotamento. A suspensão da irrigação por 16 dias, durante a condução do experimento, aliada a uma adubação racional com N, evitando o excesso do elemento, certamente exerceram influência sobre os resultados.

TABELA 12 Porcentagem de superbrotamento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	1,0178 ^{ns}
Fonte	2	1,0501 ^{ns}
Dose	2	0,0198 ^{ns}
Fonte*dose	4	3,1757 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	3,3758 ^{ns}
Erro	18	3,9179
Total	29	
CV (%)	196,69	
Média geral	1,0063	

^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade.

TABELA 13 Porcentagem de superbrotamento, em função de fontes e doses de fósforo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos		Superbrotamento (%)
Fontes	Doses (kg ha ⁻¹)	
SS ¹	200	1,07 ^{ns}
SS	400	2,34 ^{ns}
SS	600	0,00 ^{ns}
ST ²	200	1,19 ^{ns}
ST	400	0,00 ^{ns}
ST	600	1,11 ^{ns}
TF ³	200	1,19 ^{ns}
TF	400	1,07 ^{ns}
TF	600	2,08 ^{ns}
Controle		0,00

^{ns} não significativo.

¹ superfosfato simples.

² superfosfato triplo.

³ termofosfato magnésiano.

7 CONCLUSÕES

A aplicação de P_2O_5 , nas fontes e doses estudadas, não exerceu influência sobre a porcentagem de superbrotamento.

A aplicação de 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , utilizando como fonte o superfosfato triplo, proporcionou maior ganho em produtividade de bulbos comerciais (aproximadamente $12,12 \text{ t ha}^{-1}$).

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÜLL, L.T.; COSTA, M.C.G; NOVELLO, A; FERNANDES, D.M; VILLAS BÔAS, R.L. Doses and forms of application of phosphorus in vernalized garlic. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 5, p. 516-521, Oct. 2005.

COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 85-140.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182 p.

MAGALHÃES, J. R. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n.142 p. 20-30, out. 1986.

NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P.T.G.; PAULA, M.B. de; FARIA, J.F. Gesso, fósforo natural e adubo verde na cultura do alho em solo aluvial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n.3, p. 349-354, set./dez. 1989.

SOUZA, R. J. Solos, calagem e adubação para a cultura do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 48, p. 24-30, dez. 1978.

VIDIGAL, S.M.; PEREIRA, P.R.G.; PACHECO, D.D. Nutrição mineral e adubação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 36-50. 2002

**CAPÍTULO 3: PRODUTIVIDADE DE ALHO VERNALIZADO, EM
FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E DE POTÁSSIO APLICADAS
VIA FERTIRRIGAÇÃO**

1 RESUMO

SEDOGUCHI, Ériko Tadashi. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação. In: _____. **Produtividade em alho vernalizado, proveniente de cultura de meristemas, sob doses de fósforo, nitrogênio e potássio.** 2008. cap. 3, p. 43-66. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, verificar a influência de diferentes doses de nitrogênio e de potássio aplicadas via fertirrigação no desempenho produtivo do alho vernalizado (cv. Roxo Pérola de Caçador). O experimento foi conduzido em estufa no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, no período de 08/05/2006 a 18/09/2006. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4x4, com três repetições, sendo quatro doses de N (40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹) e quatro doses de K₂O (40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹). Foram determinadas as características de produção: produtividade total dos bulbos, produtividade dos bulbos comerciais, número de bulbilhos por bulbo da produção comercial, massa média de bulbilhos da produção comercial e porcentagem de superbrotamento. Utilizando-se as doses de 40 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O, observou-se aumento linear na ocorrência do superbrotamento com o aumento das doses de N. A maior produtividade de bulbos comerciais (7,4 t ha⁻¹) foi verificada com a dose de 320 kg ha⁻¹ de K₂O e 193,75 kg de N.

Comitê Orientador: Rovilson José de Souza – UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

2 ABSTRACT

SEDOGUCHI, Ériko Tadashi. Productivity of vernalized garlic in function of nitrogen and potassium doses applied by fertirrigation. In: _____. **Productivity of the vernalized garlic, deriving from tissue culture, under doses of phosphorus, nitrogen and potassium.** 2008. cap. 3, p. 43-66. Thesis (Doctor's degree in Agronomy/Phytotechnology) - Federal University of Lavras, Lavras.

The objective of this work was to verify the influence of different doses of nitrogen and potassium applied by fertirrigation in the productivity of the vernalized garlic (cv. Roxo Pérola de Caçador). The experiment was carried out in green-house in the Horticulture Sector at Lavras Federal University. The experimental design was randomized blocks, in factorial scheme 4x4, with 3 repetitions, being four doses of N (40, 80, 160 and 320 kg ha⁻¹) and four doses of K₂O (40, 80, 160 and 320 kg ha⁻¹). The following yield-related traits were evaluated: total productivity of bulbs, productivity of commercial bulbs, number of little bulbs per bulb of commercial production, average mass of little bulbs of commercial production and secondary bulb growth percentage. When used the doses of 40 and 160 kg ha⁻¹ of K₂O, lineal increase was observed in the occurrence of the super shooting with the increase of the doses of N. The largest productivity of commercial bulbs (7,4 t ha⁻¹) was verified with the dose of 320 kg ha⁻¹ of K₂O and 193,75 kg of N.

Guidance Committee: Rovilson José de Souza – UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Para maior economia e eficiência no uso da água, a irrigação por gotejamento vem sendo adotada, em escala crescente, nas diversas atividades agrícolas. Um dos fatores que colaboram para a adoção desta técnica é a possibilidade do emprego da fertirrigação, na qual alguns nutrientes são adicionados à água oferecida para a cultura.

Embora apresente forte influência no aumento da produtividade, altas doses de N podem intensificar o fenômeno conhecido como superbrotamento, prejudicial à formação de bulbos aptos à comercialização.

Os trabalhos referentes à adubação potássica costumam considerar seus efeitos em interação com outros nutrientes. Pesquisas foram feitas com adubação potássica associada ao nitrogênio em cobertura, visando inibir a ocorrência de superbrotamento, sem chegar a resultados conclusivos.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de diferentes doses de nitrogênio e de potássio, aplicadas via fertirrigação, na incidência de superbrotamento e na produtividade do alho vernalizado.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a crescente dificuldade de se disponibilizar grandes volumes de água de qualidade para a irrigação, torna-se necessário o estudo de métodos de irrigação mais eficientes no uso da água, reduzindo-se ao máximo o desperdício. Observa-se, atualmente, grande crescimento no uso do método de irrigação por gotejamento nas diversas atividades agrícolas, principalmente pela facilidade no manejo da irrigação, pela possibilidade do uso da fertirrigação e pela economia de água.

Segundo Bernardo (1995), as principais vantagens da irrigação por gotejamento são a maior eficiência no uso de água e nutrientes, a maior produtividade e a maior eficiência no controle fitossanitário. A irrigação por gotejamento não interfere nas práticas culturais, adapta-se a diferentes tipos de solos e topografia, pode ser usada com água salina ou em solos salinos e proporciona economia de mão-de-obra.

A fertirrigação, ou seja, a aplicação de fertilizantes por meio da irrigação, é parte integral do sistema de irrigação por gotejamento. Ela é uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizantes às plantas, principalmente em regiões de climas áridos e semi-áridos. Isso porque, aplicando-se os fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, é possível manter um nível uniforme de nutrientes no solo durante o ciclo vegetativo da cultura, o que aumentará a eficiência de uso dos nutrientes pelas plantas e, em consequência, aumentará a sua produtividade.

O nitrogênio (N) é o elemento mais abundante nas plantas, depois do carbono e dos elementos da água. O maior efeito bioquímico da deficiência de N é a interferência com a síntese de proteína, portanto, com o crescimento. Um sintoma precoce e dramático da deficiência é um amarelecimento geral das folhas ou clorose, devido à inibição da síntese de clorofila. No alho, este sintoma

se inicia nas folhas mais velhas, do ápice em direção à base. A redução da fotossíntese faz com que a planta deficiente tenha carência de esqueletos de carbono para toda espécie de sínteses orgânicas (Magalhães, 1986).

Correa et al. (2003), ao avaliarem diferentes épocas de parcelamento da adubação de cobertura com nitrogênio e potássio e o uso de cobertura morta na cultivar Gravatá proveniente de cultura de tecidos, verificaram que o parcelamento da adubação com nitrogênio e potássio em cobertura, na cultura do alho, aos 45 e 65 dias ou aos 60 e 80 dias após o plantio, resultou em bulbos com maior diâmetro, independente do uso de cobertura morta.

Silva et al. (2000) estudaram os efeitos de doses de nitrogênio e de potássio sobre a produção e componentes de produção de plantas de alho, cultivar Gravatá, provenientes de cultura de tecidos. O aumento nas doses de nitrogênio reduziu o número total de bulbos, provavelmente devido a injúrias durante a brotação, sem, no entanto, afetar significativamente a produção total e comercial. Observou-se que a dose de N que proporcionou o melhor resultado foi a de 85 kg.ha⁻¹, resultando em produção e em produtividade bem acima da média nacional. As doses acima de 85 kg.ha⁻¹ de N foram prejudiciais à cultura, devido à redução do número de bulbos comerciais. É provável que essa redução esteja relacionada ao fenômeno do superbrotamento, uma vez que o excesso de nitrogênio provoca esse tipo de distúrbio fisiológico.

Uma das fases mais importantes da cultura do alho é a formação dos bulbilhos, ocasião em que poderão ocorrer o superbrotamento ou o pseudoperfilhamento. O N é um nutriente decisivo no aumento da produtividade, mas também no descontrole do superbrotamento, principalmente quando aplicado em doses altas ou muito tarde após o plantio (Villas Bôas et al., 2003). Trabalhos realizados na diferentes regiões do Brasil indicam níveis de aplicação de nitrogênio muito baixos, não só pela falta de resposta a doses elevadas, como também pela sensibilidade da planta ao excesso do nutriente (Magalhães, 1986).

Os fertilizantes a serem aplicados por meio da irrigação por gotejamento deverão ser solúveis em água. Em sua maioria, os fertilizantes ricos em nitrogênio e em potássio são solúveis em água e não apresentam nenhum problema para serem usados por meio da irrigação por gotejamento. Porém, os fertilizantes ricos em fósforo são mais problemáticos, devido a pouca solubilidade ou ao risco de precipitação de fosfato de cálcio, que podem entupir tubulações e gotejadores.

O potássio (K) é, comumente, o segundo nutriente mais abundante nas plantas. São propostos dois papéis para o potássio, ligando-o indiretamente à fotossíntese. O mecanismo de abertura dos estômatos para as trocas gasosas é regulado pelo potássio que se acumula nas células-guardas. Um segundo papel proposto para o potássio é o efeito na translocação dos assimilados das folhas. O potássio é também ativador de numerosas enzimas. Com sua carência, compostos nitrogenados solúveis, muitas vezes, se acumulam, provavelmente sendo responsáveis pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes. O potássio é altamente móvel no floema, sendo prontamente redistribuído para os órgãos novos em crescimento; como consequência, os sintomas de deficiência aparecem, em primeiro lugar, nas folhas mais velhas. No alho, a deficiência de potássio causa redução no crescimento e amarelecimento das folhas mais velhas, progredindo das margens em direção à nervura, e do ápice para a base (Magalhães, 1986).

O estudo da adubação potássica tem sido efetuado quase sempre em confronto com outros nutrientes. Na prática, é comum o emprego de altas doses de potássio em plantações exuberantes de alho, principalmente após a diferenciação em bulbilhos. Os produtores de alho acreditam que esse nutriente evite o superbrotamento (Nakagawa, 1993).

Büll et al.(2001) verificaram a validade do parcelamento da adubação potássica, bem como a época mais adequada de aplicação, no controle do

superbrotamento e no desenvolvimento e na produção de bulbos na cultura do alho vernalizado (cv. Roxo Pérola de Caçador). Concluiu-se que o parcelamento da adubação potássica em diferentes estádios de desenvolvimento não influenciou a produção de bulbos e o superbrotamento na cultura do alho, embora se observasse tendência de redução na incidência do superbrotamento quando da aplicação de potássio em cobertura no estádio de diferenciação em bulbilhos. Além disso, a absorção de potássio, de cálcio e de magnésio pelas plantas foi influenciada pela adubação potássica no plantio e em cobertura, observando-se efeito antagônico do potássio sobre a absorção de cálcio e de magnésio. A elevação do nível de potássio no solo por ocasião do plantio proporcionou aumentos significativos na produção de bulbos, que não foi influenciada por variações na dose da adubação potássica em cobertura.

Em um experimento para avaliar os efeitos das relações $(Ca+Mg)/K$ sobre o desenvolvimento, a absorção de nutrientes e a produção de bulbos, Büll et al. (1998) observaram que a concentração de potássio na parte aérea aumentou proporcionalmente às quantidades de potássio aplicadas, ocorrendo o inverso com as concentrações de cálcio e de magnésio, evidenciando um efeito antagônico do potássio sobre a absorção dos cátions divalentes. O excesso da adubação potássica inibiu mais o crescimento das plantas do que a carência, o que pode estar associado ao desbalanço catiônico em relação ao cálcio e ao magnésio, provocado pela absorção de luxo do potássio. O mesmo autor observou efeito antagônico do Mg e sinérgico do Ca na absorção de potássio pelas plantas (Büll & Nakagawa, 1995).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido, em cultivo protegido, no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, no período de 08/05/2006 a 18/09/2006. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico. Utilizou-se o esquema fatorial 4x4, sendo quatro doses de N (40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹) e quatro doses de K₂O (40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹). O delineamento usado foi o de blocos casualizados, com 3 repetições. As parcelas foram dispostas em canteiros e foram compostas por 4 linhas de plantio de 2 m em esquema de fileiras duplas. O espaçamento entre as fileiras duplas foi de 43 cm e entre as linhas de 14 cm. Entre plantas, o espaçamento adotado foi de 10 cm. Duas plantas das extremidades das linhas de plantio foram utilizadas como bordadura.

Na adubação de plantio foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 3 kg ha⁻¹ de B e 3 kg ha⁻¹ de Zn, utilizando-se como fontes superfosfato simples, bórax e sulfato de zinco, respectivamente. Os fertilizantes foram incorporados aos canteiros 6 dias antes do plantio.

As doses de N e K₂O foram aplicadas em cobertura via fertirrigação pelo sistema de irrigação por gotejamento, de acordo com a Tabela 14. Foram utilizados gotejadores disponibilizados pela empresa Netafim Brasil, modelo Streamline 16080, com vazão de 1,49 L h⁻¹, espaçados de 0,3 m. Foi instalada uma linha de gotejamento no centro do canteiro, entre as linhas duplas.

TABELA 14 Número de fertirrigações, frações de N e K₂O e épocas de aplicação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fertirrigação	% de N e K ₂ O	Época de aplicação*
1 ^a	3	15 DAP
2 ^a	8	25 DAP
3 ^a	12	35 DAP
4 ^a	17	45 DAP
5 ^a	20	65 DAP
6 ^a	20	75 DAP
7 ^a	20	85 DAP

*DAP: dias após o plantio

Em cada parcela foi disposta uma linha de gotejamento entre as fileiras duplas. A irrigação foi efetuada sempre que a tensão da água no solo atingiu 45 kPa. A irrigação foi suspensa 10 dias antes da colheita.

A cultivar utilizada foi a 'Roxo Pérola de Caçador', sendo os bulbos submetidos a um período de vernalização de 50 dias, em câmara com temperatura média de 4°C.

5.2 Características avaliadas

A colheita foi efetuada aos 133 dias após o plantio. Em seguida, as plantas foram secas ao sol por 3 dias e curadas à sombra por 60 dias. Após a cura, foi efetuada a toaleta dos bulbos, sendo, então, anotados os dados de produção.

Foram avaliados a massa dos bulbos comerciais, a produtividade dos bulbos comerciais, o número de bulbilhos por bulbo da produção comercial, a

massa média de bulbilhos da produção comercial e a porcentagem de superbrotamento em função das fontes e doses de fósforo estudadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste de F, e as comparações entre os tratamentos integrantes do esquema fatorial foram efetuadas por meio de análises de regressão.

5.2.1 Produtividade total dos bulbos

Foram coletados os dados de produção de bulbos comerciais colhidos em cada parcela, descartando-se a parte aérea e os dados expressos em $t\ ha^{-1}$.

5.2.2 Produtividade dos bulbos comerciais

A produtividade dos bulbos comerciais foi obtida considerando-se bulbos com diâmetro acima de 32 mm, não superbrotados e sem chochamento, sendo esta expressa em $t\ ha^{-1}$.

5.2.3 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial

Por meio da contagem de bulbilhos de uma amostra de dez bulbos comerciais, pôde-se determinar um valor médio.

5.2.4 Massa média de bulbilhos da produção comercial

Por meio do quociente entre a massa, em gramas, e o número de bulbilhos de uma amostra de dez bulbos comerciais, obteve-se a massa média de bulbilhos.

5.2.5 Porcentagem de superbrotamento

Por meio da contagem dos bulbos superbrotados em relação ao número total colhido em cada um dos tratamentos, foi determinada a porcentagem da ocorrência de superbrotamento.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Produtividade total dos bulbos

Houve diferença significativa da produtividade total dos bulbos em função de doses de nitrogênio e de potássio aplicadas via fertirrigação (Tabela 15).

Verificou-se maior massa total de bulbos ($10,6 \text{ t.ha}^{-1}$) com a dose de 320 kg ha^{-1} de K_2O e $183,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de N.

O potássio é o nutriente mais extraído do solo pela cultura do alho, sendo importante na melhoria da qualidade dos bulbos, inclusive da conservação (Filgueira, 2000). A resposta da cultura à adubação potássica não tem sido tão acentuada em comparação àquelas verificadas para nitrogênio e fósforo, provavelmente por serem suficientes os níveis deste nutriente no solo. Além disso, o potássio existe em forma assimilável e suas perdas são menores (Machado, 2000).

TABELA 15 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para produtividade total dos bulbos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	27231,3958*
Dose_N	3	180815,9097**
Dose_K	3	130829,9653**
Dose_N*dose_K	9	111954,9653**
Erro	30	6210,9958
Total	47	
CV (%) =	8,59	
Média geral:	917,6458	
Dose: 40 kg ha ⁻¹	(3)	41297,0000*
Linear	1	99637,0116**
Quadrática	1	22445,1615 ^{ns}
Cúbica	1	1808,8269 ^{ns}
Dose: 80 kg ha ⁻¹	(3)	89840,5278**
Linear	1	112158,3196**
Quadrática	1	11,2111 ^{ns}
Cúbica	1	157352,0527**
Dose: 160 kg ha ⁻¹	(3)	177556,3056**
Linear	1	490571,2761**
Quadrática	1	38166,7330*
Cúbica	1	3930,9075 ^{ns}
Dose: 320 kg ha ⁻¹	(3)	207986,9722**
Linear	1	19858,8587 ^{ns}
Quadrática	1	584081,3859**
Cúbica	1	20020,6720 ^{ns}

* e ** significativo, a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente.

^{ns} não significativo.

6.2 Produtividade de bulbos comerciais

A produtividade dos bulbos comerciais apresentou comportamento semelhante ao da produtividade total dos bulbos (Tabela 16).

A produtividade de bulbos comerciais, ou seja, bulbos com diâmetro superior a 32 mm, aumentou de forma linear com a elevação das doses de nitrogênio, quando se utilizou a dose de 160 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 4). A maior produtividade de bulbos comerciais (7,4 t ha⁻¹) foi verificada com a dose de 320 kg ha⁻¹ de K₂O e 193,75 kg de N.

A máxima produtividade obtida ficou abaixo de resultados obtidos em pesquisas de campo e pelos produtores que utilizam cultivares vernalizadas. As condições de condução do experimento, em cultivo protegido, promoveram temperaturas mais elevadas à cultura, com provável influência no resultado. Entretanto, a opção de plantio nessas condições teve o objetivo de proporcionar maior controle no fornecimento de água e dos nutrientes – N e K – por meio da fertirrigação. As restrições ao uso da água de irrigação vêm despertando grande interesse em pesquisas que avaliem o sistema de irrigação por gotejamento em diversas culturas olerícolas.

TABELA 16 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para produtividade de bulbos comerciais. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	73192,9375**
Dose_N	3	158406,5208**
Dose_K	3	44385,0764**
Dose_N*dose_K	9	67199,5764**
Erro	30	9144,7153
Total	47	
CV (%) =	18,26	
Média geral:	523,6875	
Dose: 40 kg ha ⁻¹	(3)	9628,3056 ^{ns}
Linear	1	25250,2964 ^{ns}
Quadrática	1	505,1192 ^{ns}
Cúbica	1	3129,5011 ^{ns}
Dose: 80 kg ha ⁻¹	(3)	14636,3056 ^{ns}
Linear	1	8912,3543 ^{ns}
Quadrática	1	8286,6096 ^{ns}
Cúbica	1	26709,9527 ^{ns}
Dose: 160 kg ha ⁻¹	(3)	126299,6389**
Linear	1	368839,6529**
Quadrática	1	8261,5767 ^{ns}
Cúbica	1	1797,6871 ^{ns}
Dose: 320 kg ha ⁻¹	(3)	209441,0000**
Linear	1	1982,4029 ^{ns}
Quadrática	1	588999,2541**
Cúbica	1	37341,3430 ^{ns}

** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{ns} não significativo.

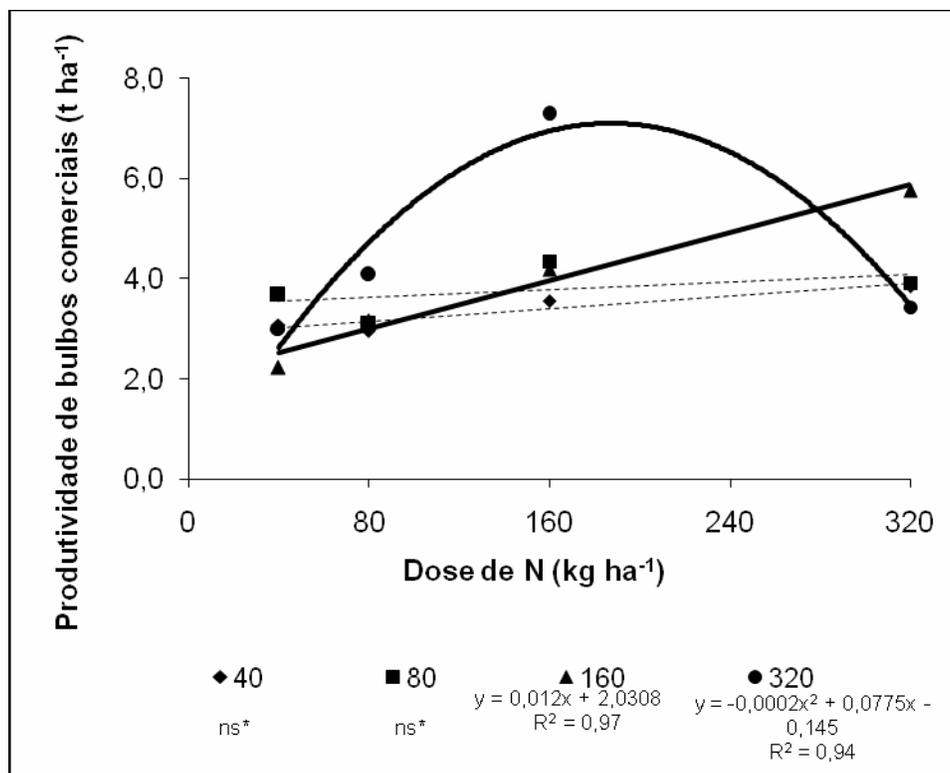


FIGURA 4 Produtividade de bulbos comerciais. *ns: não significativo a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2006.

6.3 Número de bulbilhos por bulbo da produção comercial

Esta característica sofreu influência da adubação nitrogenada (Tabela 17). Verificou-se aumento linear no número de bulbilhos por bulbo da produção comercial, em função do aumento na dose de nitrogênio aplicada (Figura 5). Esta característica aparenta estar relacionada com a ocorrência de superbrotamento, que também sofreu influência da adubação nitrogenada.

De acordo com Souza & Casali (1986), as giberelinas e o nitrogênio parecem estar associados com o pseudo-perfilhamento. No caso, as giberelinas

seriam o fator endógeno responsável pelo distúrbio fisiológico. Uma das características das giberelinas é que elas podem se conjugar com compostos nitrogenados, possivelmente aminoácidos e proteínas. Esta conjugação parece comum em plantas superiores e pode representar um armazenamento de giberelinas. Portanto, na medida em que se aumenta a concentração de nitrogênio nas plantas, aumenta-se a possibilidade de armazenamento de giberelinas, podendo, assim, promover o aparecimento de pseudoperfilhamento em cultivares sensíveis.

TABELA 17 Resumo da análise de variância para número de bulbilhos por bulbo da produção comercial. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	0,0127 ^{ns}
Dose_N	3	0,0195*
Dose_K	3	0,0043 ^{ns}
Dose_N*Dose_K	9	0,0037 ^{ns}
Erro	30	0,0063
Total	47	
CV (%) =	5,17	
Média geral:	10,5417	

^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade.

¹ dados transformados para $\sqrt{(x+1)}$

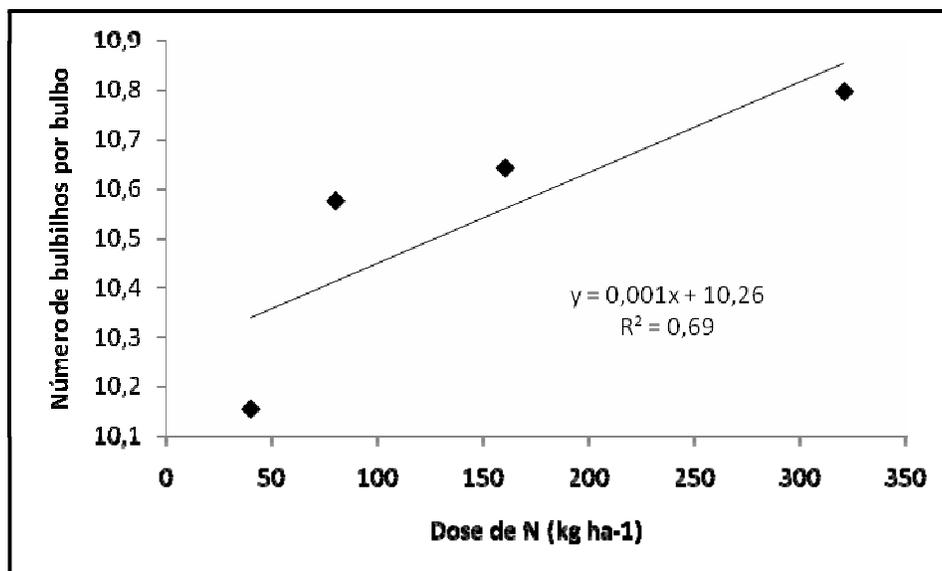


FIGURA 5 Número de bulbilhos por bulbo, em função das doses de nitrogênio. UFLA, Lavras, MG, 2006.

6.4 Massa média de bulbilhos da produção comercial

A massa média de bulbilhos, obtida a partir do quociente entre a massa e o número de bulbilhos de uma amostra de dez bulbos comerciais, não apresentou diferenças significativas em função das doses de nitrogênio e de potássio aplicadas. (Tabela 18). Verifica-se, então, que o aumento no número de bulbilhos por bulbo não apresenta relação com a massa dos bulbilhos, tampouco com a massa dos bulbos comerciais, de modo que se obtêm bulbos de massa semelhante, porém, com bulbilhos menores à medida que aumenta a quantidade dos mesmos.

TABELA 18 Resumo da análise de variância para massa média de bulbilhos da produção comercial. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	0,1577 ^{ns}
Dose_N	3	0,0448 ^{ns}
Dose_K	3	0,1259 ^{ns}
Dose_N*dose_K	9	0,1103 ^{ns}
Erro	30	0,0614
Total corrigido	47	
CV (%) =	11,82	
Média geral:	2,0973	

^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade.

6.5 Porcentagem de superbrotamento

Com relação ao superbrotamento, ocorreu efeito significativo em relação às doses de nitrogênio e potássio, bem como em relação à interação entre os elementos (Tabela 19). Usando-se as doses de 40 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O, observou-se aumento linear na ocorrência dessa anormalidade com o aumento das doses de N (Figura 6). A influência de níveis elevados de nitrogênio, associados ou não a outros fatores, com relação ao superbrotamento de alho, faz com que muitos produtores utilizem menor quantidade desse nutriente (Souza, 1990). Durante a condução deste experimento não foi realizada suspensão da irrigação durante a fase de diferenciação dos bulbos. A porcentagem de superbrotamento esperada para a dose de nitrogênio que proporcionou maior produtividade de bulbos comerciais é de, aproximadamente, 7,55%, quando combinada com 160 kg ha⁻¹ de K₂O.

TABELA 19 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para porcentagem de superbrotamento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco	2	4,0181 ^{ns}
Dose_N	3	161,8458**
Dose_K	3	90,4908**
Dose_N*dose_K	9	73,3350**
Erro	30	4,4299
Total	47	
CV (%) =	37,97	
Média geral:	5,5437	
Dose: 40 kg ha ⁻¹	(3)	123,7875**
Linear	1	332,6132**
Quadrática	1	4,1038 ^{ns}
Cúbica	1	34,6454 **
Dose: 80 kg ha ⁻¹	(3)	10,6422 ^{ns}
Linear	1	7,1309 ^{ns}
Quadrática	1	11,2111 ^{ns}
Cúbica	1	13,5847 ^{ns}
Dose: 160 kg ha ⁻¹	(3)	106,0189**
Linear	1	317,7600**
Quadrática	1	0,2963 ^{ns}
Cúbica	1	0,0004 ^{ns}
Dose: 320 kg ha ⁻¹	(3)	141,4022**
Linear	1	1,6975 ^{ns}
Quadrática	1	59,1654**
Cúbica	1	363,3438**

** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

^{ns} não significativo.

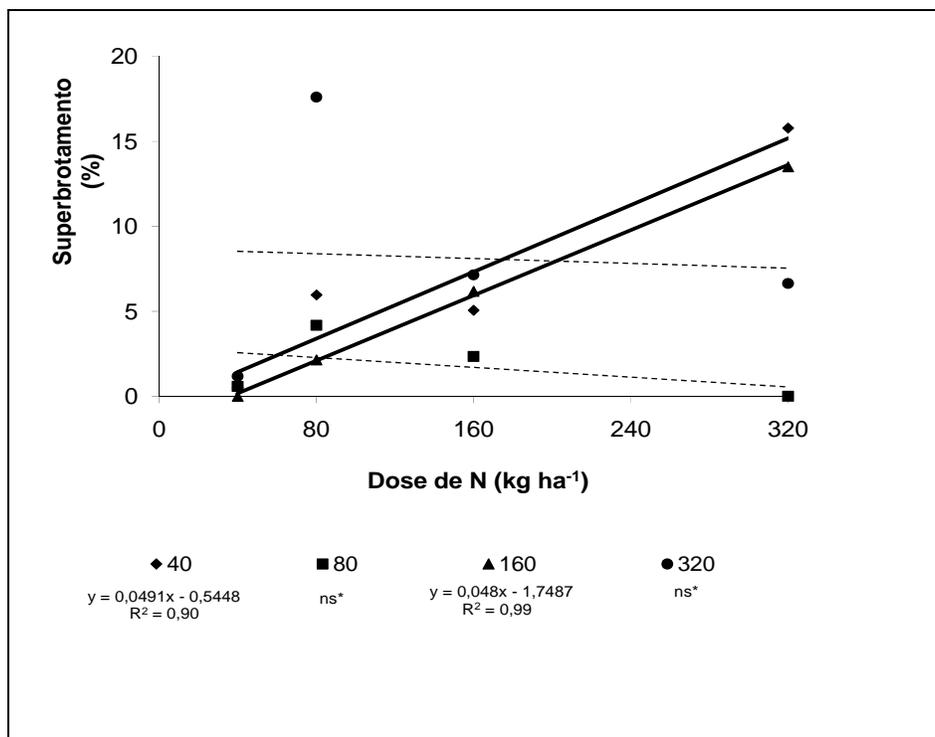


FIGURA 6 Ocorrência de superbrotamento, em função das doses de nitrogênio.
 *ns: não significativo, a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2006.

7 CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados obtidos com a realização deste trabalho, fica demonstrado o aumento na incidência de superbrotamento, em função do aumento na dosagem de N, para doses de K_2O de 40 kg ha^{-1} e 160 kg ha^{-1} . No entanto, também ocorreu aumento na produção de bulbos comerciais.

A dose mais elevada de K_2O (320 kg ha^{-1}) proporcionou a maior produtividade de bulbos comerciais, juntamente com aplicação de $193,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de N.

O aumento do número de bulbilhos por bulbo resulta apenas em bulbilhos menores, à medida que aumenta o número dos mesmos, não contribuindo para elevar a produtividade dos bulbos comerciais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: UFV, 1995. 657 p.

BÜLL, L.T.; NAKAGAWA, J. Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio : magnésio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n.3, p. 409-415, set./dez. 1995.

BÜLL, L.T.; VILLAS BOAS, R.L.; FERNANDES, D.M.; BERTANI, R.M.A. Fertilização potássica na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.5 8, n. 1, p.157-163, jan./mar. 2001.

BÜLL, L.T.; VILLAS-BÔAS, R.L.; NAKAGAWA, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 456-464, 1998.

CORREA, T.M.; PALUDO, S.K.; RESENDE, F.V.; OLIVEIRA, P.S.R. de. Adubação química e cobertura morta em alho proveniente de cultura de tecidos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 601-604, out./dez. 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura** : agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

MACHADO, A.S. **Efeito de doses de potássio (Cloreto de potássio) em alho cultivar gravatá proveniente de cultura de tecidos e de propagação convencional**. 2000. 28 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MAGALHÃES, J. R. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142 p. 20-30, out. 1986.

NAKAGAWA, J. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA, M.E; CASTELLANE, P.D; CRUZ, M.C.P. (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 341-380.

SILVA, E.C.; MACHADO, A.S.; SOUZA, R.J.; CALDERÓN, J.F.T. Efeito de doses de potássio (cloreto de potássio) e nitrogênio (sulfato de amônio) em alho proveniente de cultura de tecidos. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 24, n. 4, p.917-923, out./dez. 2000.

SOUZA, R.J. ***Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (Allium sativum L.)***. 1990. 143 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, R.J.; CASALI, V.W.D. Pseudoperfilhamento : uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 36-41, out. 1986.

VILLAS BÔAS, R.L.; GODOY, L.J.G.; VERZIGNASS, I. J.R.; KUROSAWA, C. Teor de clorofila e de nitrogênio estimados pelo clorofilômetro nas folhas de plantas de alho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2003, Recife. **Resumos expandidos e palestras...** Recife: SOB, 2003. 1 CD-ROM.