



**EFEITOS DO ESTRESSE HÍDRICO NO
CONTROLE DO SUPERBROTAMENTO E NA
PRODUTIVIDADE DO ALHO
VERNALIZADO**

FÁBIO SILVA MACÊDO

2005

FÁBIO SILVA MACÊDO

**EFEITOS DO ESTRESSE HÍDRICO NO CONTROLE DO
SUPERBROTAMENTO E NA PRODUTIVIDADE DO ALHO
VERNALIZADO**

Dissertação 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 “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Rovilson José de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

2005

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

Macêdo, Fábio Silva

Efeitos do estresse hídrico no controle do superbrotamento e na produtividade do alho vernalizado / Fábio Silva Macêdo. -- Lavras : UFLA, 2005.
76 p. : il.

Orientador: Rovilson José de Souza.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Alho. 2. Produção. 3. Estresse. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.26

FÁBIO SILVA MACÊDO

**EFEITOS DO ESTRESSE HÍDRICO NO CONTROLE DO
SUPERBROTAMENTO E NA PRODUTIVIDADE DO ALHO
VERNALIZADO**

Dissertação 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 “Mestre”.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2005

Prof. Dr. Geraldo Magela Pereira DEG/UFLA

Dr. Jony Eishi Yuri AGROCONSULTORIA YURI



Prof. Dr. Rovilson José de Souza

DAG/UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

À minha família,

Aos meus amigos,

OFEREÇO.

Aos meus pais, José Macêdo e Cleide,

Aos meus irmãos Kátia, Kleber e Fabiane,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela educação e apoio.

Aos meus familiares, em especial às tias Maria Oneide e Maria da Paz, por acreditarem em minhas decisões e pelo apoio.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do mestrado e ao Departamento de Engenharia, pelo auxílio na área de irrigação durante a condução do experimento.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Rovilson José de Souza, pelo apoio, confiança, conhecimentos adquiridos e orientação durante a graduação e mestrado.

Ao professor Geraldo Magela Pereira, pela co-orientação e ensinamentos durante a condução deste trabalho.

Ao pesquisador Jony Eishi Yuri, pelas sugestões para a melhoria deste trabalho.

À pesquisadora Myriane Stella Scalco, pelo auxílio na elaboração deste projeto.

Aos professores das disciplinas cursadas durante a graduação e mestrado, pelos valiosos ensinamentos.

Aos professores Paulo César Lima e Augusto Ramalho de Moraes, pelos ensinamentos e sugestões na área estatística.

Aos funcionários do Setor de Olericultura, Pedro, Milton, Josemar e Leandro, por estarem sempre dispostos a ajudar na condução dos experimentos.

Aos funcionários do Setor de Hidráulica, “Neném” e José Luís, pelo auxílio na área de irrigação.

Aos colegas de graduação e pós-graduação, pela amizade e conhecimentos obtidos.

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

BIOGRAFIA

Fábio Silva Macêdo, filho de José Souza Macêdo e Maria Cleide Silva Macêdo, nasceu em 11 de dezembro de 1980, na cidade de Imperatriz, estado do Maranhão.

Concluiu o ensino fundamental no Colégio Cristo Rei em dezembro de 1994, na cidade de Pedro Afonso, estado do Tocantins. Em dezembro de 1997 formou-se em Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola de Brasília, Distrito Federal.

Graduou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras em julho de 2003, onde foi bolsista do programa bolsa atividade de fevereiro de 1999 a julho de 2000, e de iniciação científica do PIBIC/CNPq, de agosto de 2000 a julho de 2003, na área de olericultura.

Ingressou no mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, em agosto de 2003.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 A cultura do alho.....	3
2.2 Fatores relacionados ao superbrotamento	4
2.2.1 Fotoperíodo	5
2.2.2 Temperatura	6
2.2.3 Vernalização.....	7
2.2.4 Cultivares	8
2.2.5 Disponibilidade de nitrogênio	9
2.2.6 Irrigação	11
2.2.7 Fitormônios e reguladores de crescimento	13
2.3 Necessidades hídricas da cultura e efeitos da irrigação.....	14
2.4 Efeitos do estresse hídrico.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Caracterização da área experimental.....	17
3.1.1 Clima.....	17
3.1.2 Solo	17
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	20
3.3 Equipamento e manejo da irrigação	21
3.4 Cultivar utilizada	25
3.5 Condução do experimento.....	26
3.6 Práticas culturais	26
3.6.1 Adubação.....	26
3.6.2 Controle de plantas daninhas.....	27
3.6.3 Controle fitossanitário	27
3.7 Variáveis analisadas	28
3.7.1 Altura de plantas.....	28
3.7.2 Razão bulbar.....	28
3.7.3 Massa total de plantas	29
3.7.4 Produtividade total de bulbos	29
3.7.5 Porcentagem de bulbos superbrotados	29

3.7.6 Produtividade de bulbos comerciais.....	29
3.7.7 Massa média de bulbos comerciais.....	30
3.7.8 Número médio de bulbilhos em bulbos comerciais.....	30
3.7.9 Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais.....	30
3.8 Análise estatística.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Resultados gerais do experimento.....	32
4.1.1 Precipitação.....	32
4.1.2 Tensões e lâminas aplicadas.....	33
4.2 Avaliação da altura de plantas.....	34
4.3 Razão bulbar.....	38
4.4 Massa total de plantas.....	41
4.5 Produtividade total de bulbos.....	42
4.6 Porcentagem de bulbos superbrotados.....	44
4.7 Produtividade de bulbos comerciais.....	48
4.8 Massa média de bulbos comerciais.....	52
4.9 Número médio de bulbilhos em bulbos comerciais.....	55
4.10 Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais.....	57
5 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	68

RESUMO

MACÊDO, Fábio Silva. Efeitos do estresse hídrico no controle do superbrotamento e na produtividade do alho vernalizado. 2005, 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

O superbrotamento é a anomalia genético-fisiológica que mais causa prejuízos na cultura do alho, afetando, principalmente, a produção de bulbos comerciais. O excesso de água, principalmente no período de bulbificação, tem sido apontado como um dos principais fatores que contribuem para a ocorrência desta anormalidade. A suspensão da irrigação durante o período de bulbificação, provocando um déficit hídrico, tem sido utilizada pelos produtores, visando reduzir as taxas de superbrotamento e tem proporcionado bons resultados. Porém, o fornecimento de água para a cultura está diretamente ligado ao aumento de produtividade. Diante disso, este trabalho foi conduzido visando determinar a influência do déficit hídrico em diferentes épocas e níveis, na incidência do superbrotamento e na produtividade do alho nobre vernalizado. O experimento foi conduzido em condições de campo no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Utilizou-se o esquema fatorial $4 \times 4 + 1$, sendo quatro épocas em que a irrigação foi suspensa (50, 55, 60 e 65 dias após o plantio), quatro períodos de déficit hídrico (8, 12, 16 e 20 dias), mais um tratamento controle, que não foi submetido ao déficit hídrico. A cultivar utilizada foi a Roxo Pérola de Caçador, sendo os bulbos-semente submetidos à vernalização de 50 dias em câmara fria, à temperatura média de 4°C. Verificou-se que o aumento no período de déficit hídrico, em todas as épocas avaliadas, possibilitou redução linear nas taxas de superbrotamento, permitindo incremento linear na produção de bulbos comerciais. Observou-se, ainda, que maiores períodos de déficit hídrico afetam o crescimento das plantas de alho, porém, aceleram a bulbificação e favorecem a obtenção de bulbos comerciais com maior massa média.

* Comitê Orientador: Rovilson José de Souza – UFLA.

ABSTRACT

MACÊDO, Fábio Silva. **Water stress effects in the control of the secondary bulb growth and in the vernalized garlic productivity.** 2005, 76 p. Dissertation (Master's degree in Agronomy/Phytotechny) - Federal University of Lavras, Lavras.

The secondary bulb growth is the genetic-physiologic anomaly causing more damages in the culture of the garlic, affecting, mainly, the bulbs commercial production. The excess of water in the bulbification time, it has been pointed out the main factors that contribute to the occurrence of this abnormality. Irrigation suspension during the bulbification time, provoking water deficit, it has been used by the producers, aiming at to reduce the secondary bulb growth rate with good results. However, the supply of water for the culture is directly related to the productivity increase. The objective of this work was to verify the water deficit effect in different times and levels, in the incidence of the secondary bulb growth and in the noble garlic productivity submitted to the vernalization. The experiment was carried out in field conditions in the Horticulture Sector at Lavras Federal University, using the experimental design of randomized blocks, with three replications. The factorial scheme used was 4x4+1, being four times in that the irrigation was suspended (50, 55, 60 and 65 days after the planting), four periods of water deficit (8, 12, 16 and 20 days), and control treatment, not submitted to the water deficit. The cultivar used was "Roxo Pérola de Caçador", being the bulbs-seed submitted to the vernalization of 50 days in cold chamber, to the average temperature of 4°C. It was verified that the increase in the period of water deficit, in all times appraised, reduced linearly the secondary bulb growth rates, with linear increment in the commercial bulbs production. Larger periods of water deficit affect the growth of garlic plants, however, accelerate the bulbification, with commercial bulbs production with larger average mass.

* Guidance Committee: Rovilson José de Souza – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A presença de anormalidades fisiológicas em alho é um dos fatores que mais causam redução na produtividade. O superbrotamento é a anormalidade que causa os maiores prejuízos na cultura. Esta anomalia, de causas genético-fisiológicas, caracteriza-se pela brotação precoce dos bulbilhos e má formação dos bulbos. Com isso, o alho perde as suas características comerciais, havendo também redução na produtividade.

Em alhos nobres vernalizados, o superbrotamento tem sido motivo de maior preocupação, já que as cultivares são mais sensíveis a esta anomalia. A prática da vernalização, que consiste em submeter os bulbos-semente a baixas temperaturas por um determinado período, visando principalmente reduzir a exigência destas cultivares ao fotoperíodo e à temperatura, também pode interferir na ocorrência do superbrotamento.

A produção de alhos do grupo nobre é fundamental, pois estes possuem características comerciais que os tornam compatíveis com os alhos importados, valorizando assim o produto nacional.

O excesso de água tem sido apontado como um dos principais fatores que interferem na incidência do superbrotamento. Como a produção de alho na região sudeste ocorre na época seca do ano, o fornecimento de água à cultura é feito quase que exclusivamente pela irrigação, o que facilita o manejo da umidade no solo.

Atualmente, uma das alternativas utilizadas pelos alicultores visando reduzir as taxas de superbrotamento na cultura consiste na suspensão da irrigação durante o período de bulbificação, provocando um déficit hídrico. Entretanto, há a necessidade de pesquisas visando determinar as épocas e os níveis de déficit hídrico mais adequados, pois este procedimento pode também

causar perdas se for mal executado, já que o fornecimento de água à cultura do alho está diretamente ligado ao aumento de produtividade.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento produtivo e a ocorrência de superbrotamento em alho vernalizado submetido a déficit hídrico em diferentes épocas e níveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do alho

O Brasil é o nono maior produtor de alho do mundo, com produção de 122.831 toneladas, sendo o segundo maior produtor da América Latina, com produção menor apenas que a da Argentina, com 127.000 toneladas. A produtividade brasileira passou de 6.292 kg ha⁻¹ para 8.221 kg ha⁻¹, entre 2000 e 2003, mas ainda é baixa quando comparada com a de países como a Holanda e a Jordânia, com produtividades de 48.000 e 36.000 kg ha⁻¹, respectivamente (FAO, 2004).

No Brasil, o alho é a quinta hortaliça, quando se considera a expressão econômica (EMBRAPA, 2004). Em 2003, a região sul foi responsável por 37,7% da produção nacional, seguida da região sudeste, com 28,5%. O estado de Minas Gerais é o maior produtor, seguido de Rio Grande do Sul e Goiás (Agrianual, 2004). Em Minas Gerais, merece destaque a expansão da cultura na região de São Gotardo, com cerca de 1.200 ha de alho nobre vernalizado, com uso de alta tecnologia, conseguindo produtividades de 14 a 16 t ha⁻¹ (Souza et al., 2002).

Devido ao fato da produção não suprir a quantidade consumida no país ao longo do ano, o Brasil é um tradicional importador de alho. No ano de 2000, produziu 70.270 toneladas e importou 89.000 toneladas de países como a Argentina, Espanha e China. O estoque final neste ano foi estimado em 43.000 toneladas, e deste total, 26.000 toneladas destinaram-se ao atendimento do consumo in natura e o restante para uso como sementes no plantio da safra 2001 (Agrianual, 2002).

O alho (*Allium sativum* L.) pertence à família Alliaceae, e é originário de regiões de clima temperado da Ásia Central (Filgueira, 2000). É cultivado desde a mais remota antiguidade, sendo apreciado pelas suas propriedades medicinais e como condimento (Camargo, 1984).

A planta é tenra, com cerca de 50 cm de altura e folhas alongadas muito estreitas, com seção em “V”, cerosas. O caule verdadeiro é um disco comprimido, ponto de partida de 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, mas podendo chegar até a profundidade de 1 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. Os bulbos das cultivares nobres apresentam bulbilhos graúdos e em pequeno número, coloração externa esbranquiçada e alta capacidade de conservação, obtendo as mais altas cotações comerciais, devido à qualidade comparável à do alho argentino (Filgueira, 2000).

No Brasil, o alho é cultivado principalmente por pequenos produtores, proprietários de terra ou meeiros, que usam mão-de-obra familiar. O custo de produção é elevado, em média, de 10 a 12 mil reais por hectare, podendo chegar a 20 mil reais em propriedades mais tecnificadas (Resende et al., 2004).

2.2 Fatores relacionados ao superbrotamento

O “superbrotamento” é uma anomalia genético-fisiológica, que se caracteriza pela brotação antecipada dos bulbilhos antes da colheita. Os brotos novos crescem através do pseudocaulo e emergem nas axilas das folhas, dando à planta o aspecto de uma ramificação abundante. É uma característica que influi

negativamente na cultura do alho, pois, além de reduzir a produtividade, deprecia o produto, fazendo com que o seu valor comercial seja comprometido (Souza & Casali, 1986). Nas cultivares nobres, sujeitas à vernalização, essa anormalidade caracteriza-se pela formação de pseudobulbos que apresentam um número excessivo de bulbilhos, sendo estes de tamanho reduzido. Isto torna estes pseudobulbos inadequados para o comércio e inviabiliza a utilização de seus bulbilhos para o plantio.

Diversos fatores têm sido relacionados ao superbrotamento (pseudoperfilhamento) em alho, como: fotoperíodo (Mann & Minges, 1958; Park & Lee, 1979;), temperatura (Carmo et al., 1985; Mann & Minges, 1958), cultivares (Pereira et al., 2003; Souza & Macêdo, 2004), nitrogênio (Amaral, 1967; Büll et al., 2002), irrigação (Costa, 1992; Garcia, 1964), cobertura morta (Carmo, 1984) e giberelina (Moon & Lee, 1980).

2.2.1 Fotoperíodo

O alho é planta de dia longo para bulbificar, comportando-se como uma cultura anual, apresentando apenas a etapa vegetativa de seu ciclo (Filgueira, 2000).

O fotoperíodo exerce grande influência sobre a bulbificação e, neste aspecto, cada cultivar tem sua exigência própria. Em condições de fotoperíodo insuficiente, ocorre crescimento vegetativo, sem formação de bulbos. As cultivares de alho originárias do Sul do Brasil, tais como Chonan, Quitéria, Caçador, Jonas e Ito, que exigem mais de quatorze horas diárias de luz e temperaturas mais baixas, somente bulbificam nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, quando os bulbos são submetidos à frigidificação em pré-plantio (Resende et al., 2004).

A resposta do alho ao comprimento do dia constitui-se em um dos fatores que mais condicionam a escolha de épocas de plantio e de cultivares. O que se observa é que nossas cultivares são plantadas de fevereiro a julho, em decorrência de suas exigências climáticas (Souza & Casali, 1986).

Carvalho (1975), estudando os efeitos do fotoperíodo na bulbificação e crescimento do alho, 'Amarante' e 'Cateto Roxo', concluiu que os fotoperíodos mais longos antecipam o início de formação dos bulbos, reduzindo o ciclo da cultura. Acrescentou ainda que, quanto maior o fotoperíodo, maior é a relação entre a matéria seca dos bulbos e a matéria seca da parte aérea, e que o início da bulbificação ocorre quando há o máximo crescimento da parte aérea.

2.2.2 Temperatura

A presença de pseudoperfilhamento está associada com a época de plantio e a temperatura de armazenamento do alho planta. Durante o ciclo vegetativo, as temperaturas do ar e do solo também exercem influência sobre essa desordem fisiológica (Souza, 1990).

Mann & Minges (1958) verificaram que bulbilhos armazenados a 0°C apresentaram maior percentagem de crescimento secundário do que bulbilhos armazenados a 15°C e 20°C. A baixa temperatura, além de induzir a elongação de partes do bulbilho em folhas verdes, promoveu a formação de pseudobulbos.

Em trabalho realizado por Carmo et al. (1985) visando analisar o efeito da temperatura do ar e do solo no índice de pseudoperfilhamento da cultivar Dourados, observou-se que, quando foi plantada em região de clima quente, a 20 m de altitude, não ocorreu pseudoperfilhamento nas plantas. Neste local, a temperatura média do ar foi de 21,9°C e a média de temperaturas mais baixas do solo, de 26,2°C. Por outro lado, na região mais alta, a 950 m de altitude,

temperatura média do ar de 14,4°C, ocorreu pseudoperfilhamento em todos os tratamentos.

Para um bom desenvolvimento vegetativo e produtividade, a cultura exige temperaturas amenas (18°C a 20°C) na fase inicial do ciclo, temperaturas mais baixas (10°C a 15°C) durante o período de bulbificação e temperaturas mais elevadas (20°C a 25°C) na fase de maturação (Resende et al., 2004).

2.2.3 Vernalização

A vernalização consiste em armazenar os bulbos inteiros em câmaras frias com 3°C a 4°C e umidade relativa de 70% a 80% por um período que varia de 40 a 55 dias, dependendo do frio na região de origem do alho-planta e também das temperaturas que ocorrerão na região onde será implantada a cultura. As cultivares nobres são as mais exigentes em fotoperíodo – mínimo de 13 horas – e em frio, produzindo bulbos no extremo sul do país. Somente podem ser plantadas no centro-sul aplicando-se a vernalização, que altera as exigências agroclimáticas e reduz o ciclo (Filgueira, 2000). Entretanto, a vernalização dos bulbilhos estimula o acúmulo de citocininas e giberelinas, modificando o balanço hormonal e levando o bulbilho à brotação precoce (Burba, 1983).

Além do efeito da baixa temperatura, à medida que se aumenta o período de armazenamento, maior é a percentagem de plantas superbrotadas (Burba, 1983; Mann & Minges, 1958). Silva et al. (2000), em trabalho com as cultivares semi-nobres Gigante de Lavínia e Juréia, concluíram que a frigidificação não é viável para estas cultivares, pois foi extremamente prejudicial às culturas provocando percentual elevado de superbrotamento e de bulbos não-comerciais.

Em experimento conduzido por Sampaio et al. (2003) com a cultivar Roxo Pérola de Caçador, observou-se que a utilização de bulbilhos provenientes de bulbos tipo 5 para plantio, ou seja, com diâmetro transversal variando de mais

de 42 mm até 47 mm, submetidos a um período de vernalização de 50 dias, possibilitou o menor índice de superbrotamento e a maior produtividade total de bulbos.

Apesar de estar diretamente ligado à ocorrência do superbrotamento, Zink (1963) e Ferreira et al. (1993) verificaram que o tratamento a frio pré-plantio em alho antecipa a formação do bulbo, reduz o ciclo e quebra a dormência dos bulbilhos. De acordo com Castellane et al., citados por Leal (1998), 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 a necessidade de importações.

Bulbilhos previamente vernalizados bulbificam rapidamente em condição de dias longos e altas temperaturas, dando alternativas para melhorar, mediante estes tratamentos, a produção em regiões tropicais e subtropicais, onde por ausência de frio natural e ou por dias de comprimento inferior ao crítico, a bulbificação seria deficiente (Burba, 1983).

2.2.4 Cultivares

A ocorrência de superbrotamento manifesta-se diferencialmente entre as diversas cultivares, havendo desde cultivares resistentes até extremamente suscetíveis, com índices variando entre abaixo de 2% e acima de 60% (Souza et al., 2002). As cultivares que produzem bulbos de coloração branca mostram-se mais sensíveis que aquelas que produzem bulbos de coloração arroxeada (Souza & Casali, 1986).

Visando observar as características produtivas de cultivares de alho nobres vernalizadas nas condições da região de Lavras, MG, Souza & Macêdo (2004) não observaram a ocorrência de superbrotamento nas cultivares Chonan, Gigante núcleo e Quitéria. Por outro lado, cultivares como Contestado e

Caxiense apresentaram índices de superbrotamento de 76,7% e 44,4%, respectivamente.

Pereira et al. (2003), avaliando cultivares nobres vernalizadas na região de Inconfidentes, MG, verificaram que as cultivares Chonan e Roxo Pérola de Caçador apresentaram melhores produtividades de bulbos comerciais, melhor conservação no armazenamento e menores índices de pseudoperfilhamento que as cultivares Contestado, Quitéria e Roxo Caxiense.

Para as cultivares com alta suscetibilidade ao superbrotamento, pesquisas envolvendo fatores como a época de plantio, nutrição mineral, irrigação, reguladores de crescimento, entre outros, podem contribuir para a diminuição na incidência desta anormalidade.

2.2.5 Disponibilidade de nitrogênio

O nitrogênio, juntamente com o fósforo e o potássio, tem um efeito marcante sobre a altura e massa fresca das plantas de alho. O nitrogênio exerce ainda enorme influência sobre o número de folhas e de bulbilhos, tamanho de bulbos e produtividade (Souza & Casali, 1986).

Com relação à aplicação de nitrogênio na cultura do alho, trabalhos realizados em várias regiões do Brasil indicam doses de N mais baixas não só pela falta de resposta a doses elevadas, como também pela sensibilidade da planta ao excesso do nutriente (Magalhães, 1986).

Segundo Amaral (1967), o pseudoperfilhamento observado no campo é consequência do teor de nitrogênio aplicado e disponível para a planta de alho. Moon & Lee (1985) verificaram que a percentagem de plantas com crescimento secundário aumentou à medida que se elevou a frequência de aplicação de N. Os autores não observaram diferenças entre as fontes de uréia e sulfato de amônio. Entretanto, Couto (1961), avaliando diversas fontes de N, verificou que o sulfato

de amônio foi o que apresentou maior índice de superbrotamento (38,4 %), seguido de nitrocálcio (18,1 %), salitre do Chile (15,8 %) e torta de mamona (11,0 %). Quando se utilizou adubação fosfatada e potássica na ausência do N, esse mesmo autor não constatou a presença de bulbos com essa anormalidade.

Büll et al. (2002) relatam que, para a cultivar Roxo Pérola de Caçador, aumentos nas doses da adubação nitrogenada em cobertura favoreceram a incidência de pseudoperfilhamento, a qual não foi influenciada pela adubação potássica no plantio ou em cobertura.

Em trabalho realizado por Macêdo et al. (2004) com a cultivar Roxo Pérola de Caçador, a taxa de superbrotamento reduziu de forma linear em função da época da aplicação da adubação nitrogenada de cobertura. A menor taxa de superbrotamento obtida quando a mesma foi efetuada aos 90 dias após o plantio. De acordo com Filgueira (2000), trabalhos realizados no estado de São Paulo indicam que a adubação nitrogenada de cobertura apresenta melhores resultados quando efetuada entre 90 e 100 dias após o plantio.

As pesquisas têm mostrado o efeito de doses de N sobre o superbrotamento, sem a preocupação de relacioná-lo com possíveis fatores endógenos da planta que, associados ao N, induziriam essa anormalidade. As giberelinas e o N parecem estar relacionados com o superbrotamento, as quais seriam, de acordo com Moon & Lee (1980), o fator responsável pelo distúrbio fisiológico na planta. Uma das características das giberelinas é a possibilidade de se conjugarem com compostos nitrogenados, possivelmente aminoácidos e proteínas. Esta conjugação parece comum em plantas superiores e pode significar armazenamento de giberelinas (Metivier, 1979). Portanto, à medida que se aumenta a concentração de N nas plantas, aumenta-se também a possibilidade de armazenamento de giberelinas, o que pode promover o superbrotamento em cultivares sensíveis.

A indução da diferenciação de tecidos é propriedade das citocininas e, à medida que se aumenta a disponibilidade de nitrogênio, há um aumento na concentração deste fitormônio na planta (Metivier, 1979). O superbrotamento inicia-se na fase de formação dos bulbilhos, ou seja, quando estes estão se diferenciando em folhas de reserva, de brotação e de proteção. Nesta fase, em decorrência de algum fator endógeno da planta, em vez de ocorrer transformação das folhas de proteção apenas em túnica de revestimento dos bulbilhos, ocorrem brotações e direcionamento anatômico no sentido de formar folhas adicionais, apresentando-se em grande número, normalmente finas e conferindo à planta aspecto de touceira (Souza, 1990).

2.2.6 Irrigação

A irrigação é um dos fatores que mais contribuem para o aumento da produtividade na cultura do alho. Entretanto, o excesso de água, principalmente após o início da bulbificação, tem sido apontado como um dos principais fatores responsáveis pela ocorrência de superbrotamento.

Costa (1992) verificou que a maior incidência de plantas superbrotadas ocorreu quando utilizaram-se maiores lâminas de água e maiores doses de nitrogênio. Constatou ainda que a produção total de bulbos aumentou linearmente à medida em que aumentaram as lâminas de irrigação.

Em trabalho realizado por Marouelli et al. (2002b), a produção comercial da cultivar Juréia foi maximizada efetuando-se as irrigações quando a tensão de água no solo foi de 15 kPa, sendo, contudo, reduzida linearmente com o aumento da dose nitrogênio. Já a porcentagem de bulbos superbrotados foi minimizada para a tensão de 70 kPa e 20 Kg ha⁻¹ de N. Com isso, os autores concluíram que, para maximizar a produtividade comercial de cultivares suscetíveis ao superbrotamento, deve-se realizar a irrigação em regime de alta

freqüência, mesmo favorecendo maior porcentagem de pseudobulbos e minimizar a aplicação de N.

Garcia (1964) observou que as cultivares Lavínia e Branco Mineiro apresentaram acentuada diferença com relação ao superbrotamento, nos diferentes níveis de água disponível. Nos níveis de 60% e 90% de água útil, a cultivar Branco Mineiro apresentou maior porcentagem de superbrotamento. Para a cultivar Lavínia, a manutenção da disponibilidade de água a 90% correspondeu a um aumento significativo da produção, sem ocorrer superbrotamento. Estes resultados revelaram menor suscetibilidade da cultivar Lavínia ao superbrotamento para a região Centro-Sul, como também a importância de manter elevados níveis de água disponível para a obtenção de altas produtividades.

A associação entre a água disponível para a cultura e o níveis hormonais, notadamente de giberelinas, é um possível fator de indução do superbrotamento. Segundo Rena (1970), as giberelinas apresentam notável efeito sobre o crescimento, estando inteiramente relacionadas com a absorção osmótica de água e promovendo o alongamento celular. Acredita-se que a ação das giberelinas sobre o alongamento celular esteja relacionada com a maior atividade da α -amilase, cuja produção é induzida por estas substâncias, o que resulta no aumento de substâncias osmoticamente ativas no suco celular, fazendo com que as plantas absorvam maior quantidade de água.

A utilização de cobertura com palha é uma prática bastante utilizada, principalmente entre os pequenos produtores de alho e está diretamente relacionada com a umidade do solo, pois diminui a perda de água do solo por evaporação, reduzindo assim o número de irrigações. Em experimento conduzido por Corrêa et al. (2003), utilizando bulbos da cultivar Gravata proveniente de cultura de tecidos, o uso de cobertura morta de solo permitiu aumentos significativos no desenvolvimento e nas características produtivas das

plantas. Entretanto, Carmo (1984) verificou que o número de plantas superbrotadas foi alto quando coberturas vegetais foram utilizadas.

De acordo com Souza & Casali (1986), o tipo de cobertura vegetal pode influenciar de maneira diferente na pseudobulbificação. Aspectos como maior disponibilidade de água, redução de temperatura do solo e relação carbono:nitrogênio do material vegetal, que poderá promover a imobilização de nitrogênio que estaria disponível para as plantas, devem ser considerados.

2.2.7 Fitormônios e reguladores de crescimento

De acordo com Moon & Lee (1980), a alta atividade da giberelina exerce grande influência na indução do pseudoperfilhamento em alho. Segundo Resende et al. (2001), isto sugere que substâncias antigiberelínicas, como o paclobutrazol, poderiam apresentar algum controle sobre essa anormalidade, possibilitando o uso racional de fatores de produção, como o nitrogênio e a água, que tendem a agravar essa desordem fisiológica.

Para a cultivar Juréia, Souza (1990) observou que a porcentagem de bulbos superbrotados reduziu em cerca de 30% em relação à testemunha quando os bulbilhos foram imersos em solução com 1.000 mg L⁻¹ de paclobutrazol. No caso do cycocel aplicado em pulverização, o mesmo autor relata que este não permitiu o uso adequado de N sem promover o superbrotamento.

Resende et al. (2001) verificaram que o tratamento que proporcionou o menor índice de bulbos pseudoperfilhados consistiu em submeter os bulbos a um período de 40 dias de vernalização a 5 ± 1°C, com posterior imersão dos bulbilhos em solução de paclobutrazol na dose 1.000 mg L⁻¹.

Em trabalho realizado por Resende & Souza (2002), houve redução de bulbos superbrotados com o uso do paclobutrazol, tendo o melhor resultado sido obtido com a dose de 1.163 mg L⁻¹.

Resende et al. (1999), mesmo não encontrando diferenças significativas quanto a essa característica, salientaram que a aplicação de paclobutrazol (1.500 mg L⁻¹) reduziu em 17,4% a porcentagem de bulbos pseudoperfilhados.

2.3 Necessidades hídricas da cultura e efeitos da irrigação

O cultivo do alho na região Sudeste e Centro-Oeste ocorre na época seca do ano, exigindo, portanto, irrigações periódicas para suprimento de suas necessidades hídricas.

A disponibilidade de água para as plantas de alho constitui-se um fator de grande importância para a obtenção de uma boa produtividade. Tanto o nível de água disponível como a frequência e a suspensão das irrigações têm sido motivos de preocupações por parte dos pesquisadores (Souza & Casali, 1986).

Diversos fatores contribuem para a baixa produtividade do alho no Brasil. Dentre eles pode-se ressaltar a falta de uma adubação equilibrada, presença de distúrbios fisiológicos e o inadequado suprimento das necessidades hídricas para a cultura (Carvalho, 1995).

O alho é uma cultura exigente em níveis elevados de umidade do solo. Trabalhos de pesquisa em diferentes tipos de solo e clima têm mostrado que a tensão máxima da água do solo que favorece o melhor desempenho da cultura está situada em torno de 50 kPa (Silva et al., 1981).

Marouelli et al. (2002a), visando observar a sensibilidade da cultura do alho à deficiência de água, observaram que plantas submetidas à deficiência hídrica (160kPa), tanto no estágio vegetativo quanto no de bulbificação, tiveram o desenvolvimento, a produtividade comercial, o tamanho médio de bulbos e a eficiência do uso de água reduzidos em até 70%, 63%, 31% e 57%, respectivamente, em relação ao manejo de irrigação utilizando-se a tensão de água no solo de 20 kPa.

As irrigações por aspersão convencional, microaspersão e pivô central atualmente são as mais usadas em grandes áreas, pois promovem melhor distribuição da água, além de exercer efeito no controle de ácaros e tripses pelo impacto da água (Resende et al., 2004).

Para as cultivares mais suscetíveis ao superbrotamento deve-se manter o teor de água útil no solo próximo ao limite de 60%, enquanto que para as cultivares resistentes a esta anormalidade, a manutenção de água útil próxima ao valor de 90% é altamente desejável (Souza et al., 2002).

2.4 Efeitos do estresse hídrico

As plantas, durante o seu ciclo de vida, nem sempre encontram condições ambientais onde todos os fatores sejam favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento. Um importante fator ambiental que limita o crescimento é a redução na disponibilidade de água do solo. O estresse hídrico ocorre, geralmente, na natureza, de maneira gradual e as plantas tolerantes desenvolveram mecanismos para se adaptarem às condições de baixa disponibilidade de água no solo (Chaves Filho & Stacciarini-Seraphin, 2001).

Uma das primeiras respostas das plantas à deficiência hídrica é o fechamento dos estômatos e, com isso, a diminuição da difusão de CO₂ para o mesófilo foliar, o que causa a queda na fotossíntese (Souza et al., 2001).

Segundo Zambrano (2004), o ácido abscísico (ABA) é o hormônio envolvido nos processos fisiológicos quando as plantas são expostas a alguns tipos de estresse, como deficiência hídrica. Relativamente grandes quantidades de ABA são rapidamente sintetizadas nas folhas em resposta ao estresse hídrico, no qual o principal papel parece ser a regulação da abertura e fechamento estomático. Possivelmente este maior teor de ABA interfere no balanço

hormonal das plantas, podendo, por exemplo, diminuir a atividade da giberelina, que está diretamente ligada à ocorrência de superbrotamento em alho.

A capacidade das plantas de se manterem túrgidas é tida como uma característica necessária para a garantia da produção, em locais onde ocorre o déficit hídrico. Dentre as diversas mudanças metabólicas induzidas em plantas quando submetidas a estresses abióticos, destaca-se uma acentuada acumulação de uma mistura complexa de ácidos orgânicos, açúcares e aminoácidos, a qual tem sido denominada de ajustamento osmótico (Nogueira et al., 2001).

O período de bulbificação, que se inicia em torno de 50 dias após o plantio, é a fase crítica de indução do superbrotamento. A suspensão da irrigação por 16 a 20 dias, realizada atualmente pelos produtores de alho neste período, tem possibilitado um bom controle do superbrotamento.

De acordo com Casagrande et al. (2001), o efeito da deficiência hídrica na produção depende da época de ocorrência e de sua severidade. Além disso, segundo Amaral et al. (2003), diferentes materiais de uma mesma espécie podem responder de maneiras distintas ao estresse causado pela deficiência hídrica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em condições de campo no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período compreendido entre os meses de abril e agosto de 2004. A UFLA situa-se no município de Lavras, sul de Minas Gerais, a uma altitude média de 910 metros, a 21° 14' S, Latitude Sul e 45° 00' W, Longitude Oeste.

3.1.1 Clima

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, caracterizado por uma estação seca entre abril e setembro e uma estação chuvosa de outubro a março. A região apresenta uma média anual de precipitação pluvial e temperatura de 1.493,2 mm e 19,3° C, respectivamente (Brasil, 1992).

3.1.2 Solo

O experimento foi implantado em um solo denominado Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999). Amostras de solo da camada de 0 a 20 cm foram coletadas para a determinação da curva característica da água do solo e para análises físicas e químicas. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da UFLA. Os resultados das análises química e física do solo encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Resultados das análises física e química do solo da área experimental*. UFLA, Lavras, MG, 2004.

SIGLA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
pH	Em água (1:2,5)	-	5,2 (AM)
P	Fósforo (Mehlich 1)	mg dm ⁻³	10,4 (M)
K	Potássio	mg dm ⁻³	89 (B)
Ca	Cálcio	cmol _c dm ⁻³	2,6 (B)
Mg	Magnésio	cmol _c dm ⁻³	1,1 (B)
Al	Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,0 (mb)
H+Al	Ac. potencial	cmol _c dm ⁻³	4,5 (M)
SB	Soma de bases	cmol _c dm ⁻³	3,9 (B)
(t)	CTC efetiva	cmol _c dm ⁻³	3,9 (M)
(T)	CTC a pH 7,0	cmol _c dm ⁻³	8,4 (M)
V	Sat. bases	%	46,6 (M)
m	Sat. alumínio	%	0,0 (mb)
MO	Mat. orgânica	dag kg ⁻¹	2,5 (M)
P-rem	Fósforo remanescente	mg L ⁻¹	11,2 (M)
Areia	-	dag kg ⁻¹	22
Silte	-	dag kg ⁻¹	24
Argila	-	dag kg ⁻¹	54
Textura	Classe textural	-	Argilosa
Ms	Massa específica do solo	g cm ⁻³	1,00

*Realizadas no DCS/UFLA

**AM = acidez média; B = bom; M = médio; mb = muito baixo (Comissão..., 1999).

Para a determinação da curva característica de água do solo, amostras de solo com estrutura deformada (terra fina seca ao ar) foram colocadas em cilindros de PVC e, depois de saturadas, foram levadas para uma bancada dotada de funil de Haines para a determinação dos pontos de baixa tensão (2; 4; 6 e 10 kPa), bem como para câmara de pressão de Richards, para determinação dos pontos de maiores tensões (33; 100; 500 e 1500 kPa).

Com a utilização do modelo proposto por Van Genuchten (1980), gerou-se a Equação 1 ($r^2 = 0,982$), que descreve o comportamento da umidade do solo em função da tensão. A partir da equação e dos valores observados, foi gerada a curva de retenção da água no solo para a camada de 0 a 20 cm de profundidade (Figura 1).

$$\theta = 0,199 + \frac{0,301}{[1 + (0,062x\psi)^{1,3807}]^{0,2757}} \dots\dots\dots(1)$$

em que:

θ = umidade atual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

ψ = tensão de água no solo (cca).

A partir da equação acima e considerando uma tensão de água no solo correspondente a 10 kPa (10 kPa \cong 100 cca) como equivalente à capacidade de campo para este tipo de solo (Carvalho et al., 1996), foi encontrado o valor de umidade correspondente a $\theta_{cc} = 0,3461 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$.

A necessidade de calagem foi calculada pelo método de saturação por bases, procurando-se elevar a saturação por bases do solo para 70%, de acordo com recomendação da Comissão... (1999). Trinta e cinco dias antes do plantio foi aplicada a quantidade de 210 g de calcário com PRNT de 93% por m^2 , ou seja, 2,1 t ha^{-1} .

O preparo do solo consistiu de uma aração, com posterior aplicação do calcário. Após a calagem, efetuou-se o levantamento dos canteiros utilizando-se encanteiradora.

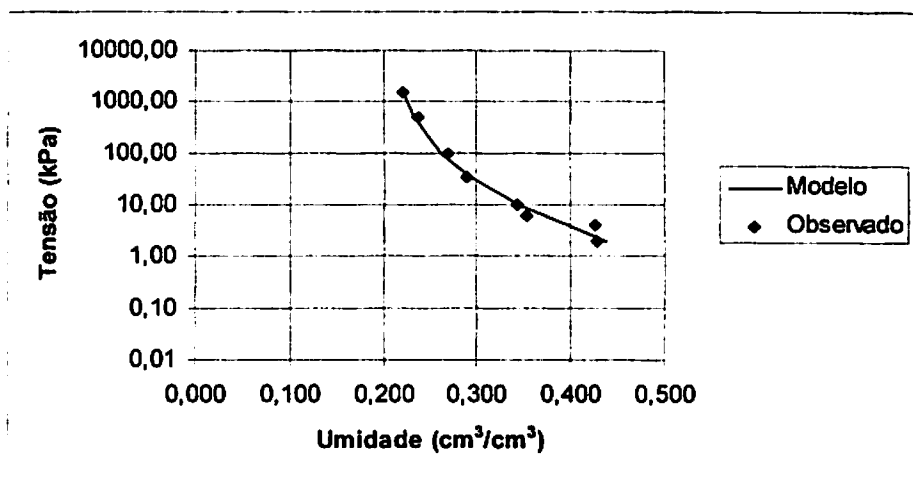


FIGURA 1 Curva característica de água no solo, utilizando-se o modelo descrito por Van Genuchten (1980). UFLA, Lavras, MG, 2004.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi montado em esquema fatorial $4 \times 4 + 1$, sendo quatro épocas em que a irrigação foi suspensa (50, 55 e 60 e 65 dias após o plantio) e quatro níveis de déficit hídrico (8, 12, 16 e 20 dias), mais um tratamento adicional, que não foi submetido ao déficit hídrico (controle), totalizando 17 tratamentos. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com três repetições. As parcelas foram dispostas em canteiros com 1,0 m de largura, tendo cada parcela ocupado 2,0 m em comprimento do canteiro, totalizando uma área de $2,0 \text{ m}^2$. Cada parcela foi constituída por cinco linhas de plantio espaçadas de 0,2 m (Figura 2).



FIGURA 2 Vista geral do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Em cada linha de plantio foram plantados 20 bulbilhos espaçados de 0,1 m, totalizando 100 bulbilhos por parcela. Para a coleta de dados foram consideradas somente as três linhas centrais, desprezando-se ainda 0,5 m das extremidades de cada linha. Com isso, a área útil consistiu de uma área de 0,6 m².

3.3 Equipamento e manejo da irrigação

A irrigação do experimento até os 50 dias após o plantio e após a aplicação do estresse hídrico nos tratamentos foi efetuada por meio do sistema de irrigação por aspersão convencional. A determinação da intensidade de precipitação dos aspersores instalados (Asbrasil, modelo ZAD-30, bocal 3,8 x 3,8 mm) foi feita seguindo-se a metodologia descrita por Bernardo (1995). A

pressão utilizada no início das linhas laterais foi de 300 kPa (3 kgf cm⁻²), sendo controlada por registro de gaveta e manômetro de “Bourdon”. Para a irrigação do experimento, foram utilizadas duas linhas laterais de tubos de PVC espaçadas de 12 m e cada linha conteve cinco aspersores espaçados também de 12 m.

Visando realizar o monitoramento da umidade do solo durante a condução do experimento, foram instalados três tensiômetros a 15 cm de profundidade e dois a 30 cm de profundidade em cada parcela do tratamento que não foi submetido a déficit hídrico (controle) para a determinação da tensão da água no solo. As irrigações foram realizadas sempre que a média da tensão, obtida por meio da leitura dos tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade, atingia 45 kPa. As leituras nos tensiômetros foram efetuadas todos os dias pela manhã (8:00h), utilizando-se tensímetro de punção. As leituras, fornecidas em ‘bar’, foram transformadas para kPa (1 bar = 100 kPa) e aplicadas na Equação 2 para a determinação da tensão da água no solo:

$$\psi = L - 0,098.h \dots\dots\dots(2)$$

em que:

ψ = tensão da água no solo (kPa);

L = leitura no tensímetro transformada em kPa (sinal positivo);

h = altura desde o ponto da leitura no tensiômetro até o centro da cápsula porosa (cm).

A lâmina de água aplicada em cada irrigação foi a suficiente para repor o teor de umidade do solo para a capacidade de campo (10 kPa). O cálculo da lâmina a ser aplicada foi efetuado por meio da Equação 3.

$$LB = \frac{(\theta_{cc} - \theta_{atual}) * z}{Ea} \dots\dots\dots(3)$$

em que:

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

θ_{cc} = umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

θ_{atual} = umidade no momento de irrigar ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

z = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (300 mm);

Ea = eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,90);

O tempo de funcionamento do sistema de irrigação foi obtido utilizando-se a Equação 4, baseando-se na lâmina a ser aplicada e na intensidade de precipitação do sistema de irrigação.

$$Ti = \frac{LB}{IP} \dots\dots\dots(4)$$

em que:

Ti = tempo de irrigação (h);

LB = lâmina bruta de irrigação a ser aplicada (mm);

IP = intensidade de precipitação do sistema de irrigação (mm h^{-1}).

A irrigação das parcelas dos tratamentos submetidos a déficit hídrico foi suspensa nas épocas determinadas para os mesmos pelos diferentes períodos avaliados. Às vésperas da suspensão da irrigação foi efetuado um controle da lâmina de água aplicada nas parcelas, de maneira que, no início do período de déficit hídrico, a tensão de água no solo estivesse próxima de 45 kPa, já que se considerou que, acima desta tensão, a umidade do solo é crítica para a cultura, caracterizando o início do déficit hídrico.

A irrigação das parcelas que não estavam sendo submetidas a déficit hídrico foi realizada utilizando-se um aspersor manual (Figura 3) construído utilizando-se tubo de PVC. O controle do volume de água (lâmina) aplicado em cada parcela foi realizado utilizando-se tambor graduado, sendo a água conduzida até o aspersor por gravidade. A liberação da água do tambor para a irrigação foi efetuada através de registros presentes na saída do tambor e na entrada do aspersor manual.



FIGURA 3 Aspersor manual utilizado para irrigação das parcelas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Ao fim do período de déficit hídrico em cada tratamento, amostras de solo foram coletadas na profundidade de 15 cm para a determinação da umidade, com base em peso, visando determinar o volume (lâmina) de água necessário para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo. O cálculo desta lâmina foi efetuado de acordo com a Equação 3. Após a elevação da umidade do solo para a capacidade de campo foram instalados tensiômetros nas parcelas dos tratamentos em razão da tensão de água no solo não coincidir entre todos os tratamentos neste período.

Terminado o período de déficit hídrico em todos os tratamentos, foi determinada a umidade do solo a 15 cm de profundidade, com base em peso, em cada tratamento do experimento. Com isso, pôde-se igualar a umidade dos mesmos, elevando-as para a capacidade de campo, podendo-se, então, utilizar novamente o sistema de irrigação por aspersão convencional para a irrigação do experimento. A última irrigação no experimento ocorreu 13 dias antes da colheita.

3.4 Cultivar utilizada

A cultivar empregada foi a Roxo Pérola de Caçador, que pertence ao grupo dos alhos nobres e é uma das mais cultivadas em Minas Gerais. Os bulbos-semente foram submetidos ao processo de vernalização, sendo colocados em câmara fria com temperatura média de 4°C, por um período de 50 dias. Os bulbilhos foram classificados em peneiras em função do tamanho, de acordo com a Portaria nº 242, de 17/09/1992, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 2), utilizando-se para plantio bulbilhos retidos na peneira 3.

TABELA 2 Classificação de bulbilhos de alho em função do tamanho (Portaria nº 242, de 17/09/1992, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa).

Tamanho do bulbilho	Peneira	Malha (mm)	Peso médio do bulbilho (g)	Gasto de bulbilhos (kg ha⁻¹)
Graúdo	1	15 x 25	4	1.200
Médio	2	10 x 20	3	900
Pequeno	3	8 x 17	2	600
Miúdo	4	5 x 17	1	300
Palito	-	< 5 x 17	-	-

3.5 Condução do experimento

No dia 22 de abril de 2004, após o período de 50 dias de vernalização, os bulbos-semente foram retirados da câmara fria, sendo então debulhados, classificados e submetidos a tratamento fitossanitário. No mesmo dia foi efetuada incorporação da adubação de plantio nos canteiros. O plantio dos bulbilhos foi realizado no dia 26 de abril de 2004. A aplicação dos tratamentos foi realizada durante os meses de junho e julho, nas épocas e níveis de déficit hídrico determinados para cada tratamento.

3.6 Práticas culturais

3.6.1 Adubação

A adubação de plantio foi efetuada quatro dias antes do plantio, no dia 22 de abril de 2004, com base na análise química e física do solo (Tabela 1) e de acordo com as recomendações da Comissão... (1999). Foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de N, 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O, 4,5 kg ha⁻¹ de Mg, 3 kg ha⁻¹ de B e 3 kg ha⁻¹ de Zn, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto

de potássio, sulfato de magnésio, bórax e sulfato de zinco, respectivamente. Os fertilizantes foram misturados e, posteriormente, aplicados sobre os canteiros, sendo, logo após, incorporados. A adubação de cobertura nitrogenada foi realizada aos 90 dias após o plantio com 40 kg.ha⁻¹ de N na forma de uréia, tendo o fertilizante sido aplicado nas entrelinhas da cultura (Macêdo et al., 2004).

3.6.2 Controle de plantas daninhas

Uma semana antes do plantio do experimento foi aplicado glyphosate (Roundup[®]) na dosagem de 5 L ha⁻¹ do produto comercial e, dois dias após o plantio, foi aplicado Linuron (Afalon 500 BR[®]) na dosagem de 2 L ha⁻¹ do produto comercial, visando o controle inicial das plantas daninhas presentes na área experimental. Durante o restante do ciclo da cultura, o controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual, sempre que necessário.

3.6.3 Controle fitossanitário

Depois de classificados, os bulbilhos utilizados para o plantio foram tratados com solução de Iprodione (0,2%), visando a prevenção contra doenças causadas por patógenos de solo, como a podridão branca (*Sclerotium cepivorum*). Durante a condução do experimento foram observadas doenças como ferrugem e mancha-púrpura, que foram controladas com pulverizações de produtos à base de Mancozeb, Tebuconazole e Thiophanate-methyl. As pragas que ocorreram no experimento, como tripses e ácaros, foram combatidas por meio de pulverizações com produtos à base de Methamidophos e Chlorphenapyr.

3.7 Variáveis analisadas

A colheita do experimento foi feita 122 dias após o plantio, no dia 26 de agosto de 2004, na fase de senescência das plantas, quando estas apresentavam apenas seis folhas verdes. Após a colheita, as plantas foram curadas ao sol por três dias. Posteriormente, as plantas foram acondicionadas em galpão onde foram curadas, à sombra, por 25 dias. Efetuada a cura, foi feito o toailete dos bulbos e coletados os dados de produção. O toailete consistiu do corte da rama em torno de 1 cm acima do bulbo, corte das raízes junto ao bulbo e eliminação da película exterior solta. Para a determinação da massa total de plantas produzidas e da produtividade de bulbos, considerou-se uma área cultivada de 7.000 m² por hectare.

3.7.1 Altura de plantas

A altura das plantas, registrada em centímetros, foi coletada aos 88 e 108 dias após o plantio, medindo-se a distância da extremidade da maior folha até o nível do solo de dez plantas por parcela, obtendo-se posteriormente a média.

3.7.2 Razão bulbar

É utilizada para expressar o grau de desenvolvimento do bulbo e é obtida pela divisão do diâmetro do pseudocaule na altura do colo da planta pelo diâmetro da parte mediana do bulbo. Foram feitas medições em dez plantas por parcela logo após a colheita, utilizando-se paquímetro, obtendo-se, posteriormente, um valor médio.

3.7.3 Massa total de 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 $t\ ha^{-1}$.

3.7.4 Produtividade total de bulbos

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

3.7.5 Porcentagem de bulbos superbrotados

A taxa de superbrotamento (pseudoperfilhamento) foi obtida por meio da avaliação do número de bulbos superbrotados em relação ao número total de bulbos colhidos na parcela, expressando-se os dados em porcentagem.

3.7.6 Produtividade de bulbos comerciais

Os bulbos foram classificados de acordo com o diâmetro, conforme a Portaria Nº 242/92 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 3). Para a obtenção da produtividade de bulbos comerciais consideraram-se bulbos com diâmetro acima de 32 mm, não superbrotados e sem chochamento, sendo esta expressa em $t\ ha^{-1}$.

TABELA 3 Classificação de bulbos de alho de acordo com o diâmetro, conforme Portaria Nº 242/92 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Classe	Diâmetro transversal (mm)
7	Mais de 56
6	Mais de 47 até 56
5	Mais de 42 a até 47
4	Mais de 37 a até 42
3	Mais de 32 a até 37
2	Mais de 25 a até 32
1	Menor que 25

3.7.7 Massa média de bulbos comerciais

Foi determinada a massa de uma amostra de dez bulbos comerciais, em gramas, obtendo-se, então, a massa média de bulbos comerciais.

3.7.8 Número médio de bulbilhos em bulbos comerciais

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

3.7.9 Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais

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.

3.8 Análise estatística

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. De acordo com recomendação de Yassin et al. (2002), as comparações dos tratamentos fatoriais com o controle foram feitas utilizando-se o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Para a realização da análise de variância, os dados de porcentagem de bulbos superbrotados foram transformados para arco seno $\sqrt{p/100}$ e os dados de número médio de bulbilhos em bulbos comerciais para $\sqrt{x+1}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados gerais do experimento

4.1.1 Precipitação

Durante o período de condução do experimento registrou-se precipitação total de 128,5 mm. Durante a fase inicial do ciclo da cultura, antes da aplicação dos tratamentos, ocorreram chuvas freqüentes, tendo o maior valor de precipitação sido de 26,6 mm (Figura 4).

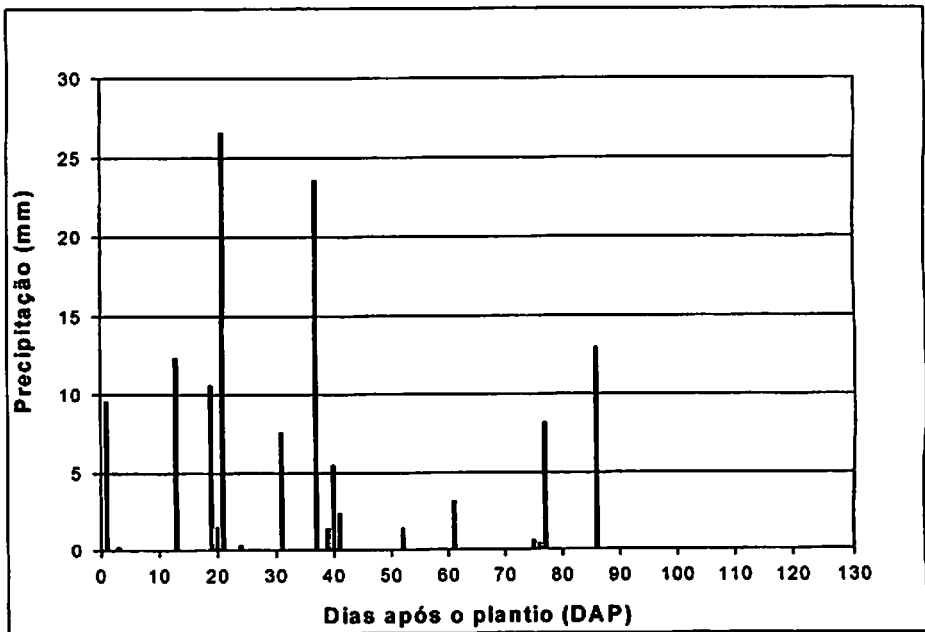


FIGURA 4 Valores de precipitação registrados na Estação Climatológica da UFLA durante a condução do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Devido às precipitações ocorridas no início do período de condução do experimento, o solo manteve-se sempre com alta disponibilidade de água neste período, sendo necessárias poucas irrigações. De acordo com Menezes Sobrinho (1978), o alho necessita de maior disponibilidade de água na fase inicial, quando é maior a sua exigência, para favorecer o desenvolvimento vegetativo.

Durante o período em que a cultura foi submetida ao déficit hídrico foram registradas poucas precipitações e com baixa intensidade.

4.1.2 Tensões e lâminas aplicadas

Foram registrados baixos valores de tensão de água no solo nas profundidades de 15 e 30 cm, durante a fase inicial de implantação da cultura (Tabela 1A), devido, principalmente, às chuvas frequentes ocorridas neste período. De acordo com Silva et al. (1981), o alho é uma cultura exigente em níveis elevados de umidade do solo. O bom desenvolvimento da planta só ocorre quando há um equilíbrio no balanço da água no seu interior, o que normalmente ocorre quando a tensão da água no solo é baixa.

As lâminas aplicadas durante a condução do experimento estão apresentadas na Tabela 2A. Considerando-se os valores de umidade do solo na capacidade de campo ($\theta_{cc} = 0,3461 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$) e de umidade crítica ($\theta_{crítica} = 0,2835 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$), a lâmina bruta necessária para elevar a umidade do solo para a capacidade de campo foi de 20 mm. Ao fim do período de déficit hídrico nos tratamentos, foram aplicadas maiores lâminas em função da umidade do solo estar abaixo da umidade crítica. Segundo Menezes Sobrinho (1978), a água influi efetivamente em todos os estádios de desenvolvimento da planta de alho, por isso deve-se estar bem informado sobre as quantidades mínimas de água a empregar no solo, a fim de que o rendimento normal da cultura não seja afetado.

4.2 Avaliação da altura de plantas

De acordo com a análise de variância (Tabela 4), observa-se que a altura de plantas aos 88 dias após o plantio foi influenciada tanto pela época em que a irrigação foi suspensa quanto pelo nível de déficit hídrico a que a cultura foi submetida, não havendo interação entre estes dois fatores. A altura de plantas aos 108 dias após o plantio mostrou diferenças significativas somente em função dos níveis de déficit hídrico avaliados.

TABELA 4 Resumo da análise de variância e de regressão para a altura de plantas (cm) aos 88 dias e 108 dias após o plantio (DAP). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	
		Altura 88 DAP	Altura 108DAP
Blocos	2	2,16 ^{ns}	16,55 ^{ns}
Épocas	3	25,66*	29,46 ^{ns}
Níveis	3	58,95**	130,95**
Épocas x níveis	9	11,33 ^{ns}	13,10 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	132,89**	142,67**
Erro	32	6,79	12,35
Média	-	70,41	75,64
C.V. (%)	-	3,70	4,65
Épocas	(3)	25,66*	-
Linear	1	12,20	-
Quadrática	1	35,88*	-
Cúbica	1	28,91*	-
Níveis	(3)	58,95**	130,95**
Linear	1	171,54**	373,00**
Quadrática	1	2,21 ^{ns}	1,47 ^{ns}
Cúbica	1	3,10	18,37 ^{ns}

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

^{ns} não significativo

A altura de plantas aos 88 dias apresentou resposta quadrática em função das épocas de início do déficit hídrico, sendo que, de acordo com a equação apresentada na Figura 5, suspendendo-se a irrigação aos 56 dias após o plantio, observou-se uma menor altura de plantas (68,9 cm). Segundo Marouelli et al. (1996), não existem, na literatura, estudos sobre os efeitos de estresses hídricos nos diferentes estádios de desenvolvimento de plantas de alho. É sabido, todavia, que a grande maioria das hortaliças apresenta períodos mais ou menos sensíveis a deficiências de água no solo, sendo tais informações de vital importância para o adequado manejo de água ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento das plantas.

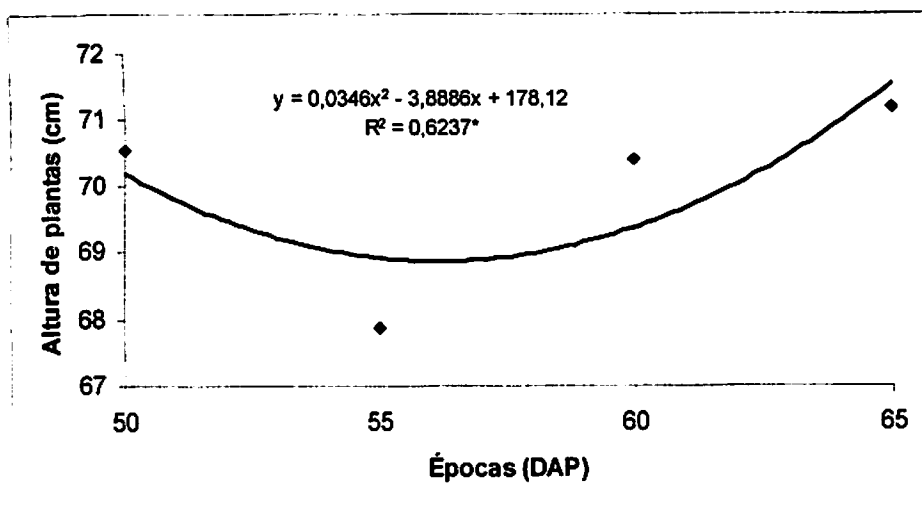


FIGURA 5 Altura de plantas aos 88 dias após o plantio (DAP) em função de épocas de início de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Comparando-se a altura de plantas de cada tratamento com o controle pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade (Tabela 5), verificou-se que o início do déficit hídrico em qualquer uma das épocas avaliadas resultou em uma altura de plantas inferior em relação ao tratamento controle, tanto aos 88 dias quanto aos 108 dias após o plantio. Como o tratamento controle foi irrigado durante todo o ciclo da cultura, isto provavelmente favoreceu o desenvolvimento vegetativo das plantas.

Observou-se resposta linear de altura de plantas aos 88 e 108 dias após o plantio, em função dos níveis de déficit hídrico testados (Figura 6), tendo havido redução na altura de plantas à medida que se aumentou o período sem irrigação. Isto possivelmente ocorreu devido a uma menor disponibilidade de água durante o período de bulbificação nos tratamentos submetidos a um maior período de déficit hídrico.

TABELA 5 Altura de plantas aos 88 e 108 dias após o plantio (DAP) em função de épocas e níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Épocas (DAP)	Altura 88 DAP (cm)	Altura 108 DAP (cm)
50	70,5*	77,1*
55	67,9*	73,4*
60	70,4*	75,8*
65	71,2*	74,6*
Controle	76,9	82,3
Níveis (dias)	Altura 88 DAP	Altura 108 DAP
8	72,4*	79,1 ^{ns}
12	70,7*	75,8*
16	69,7*	75,0*
20	67,1*	71,0*
Controle	76,9	82,3

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

^{ns} não significativo

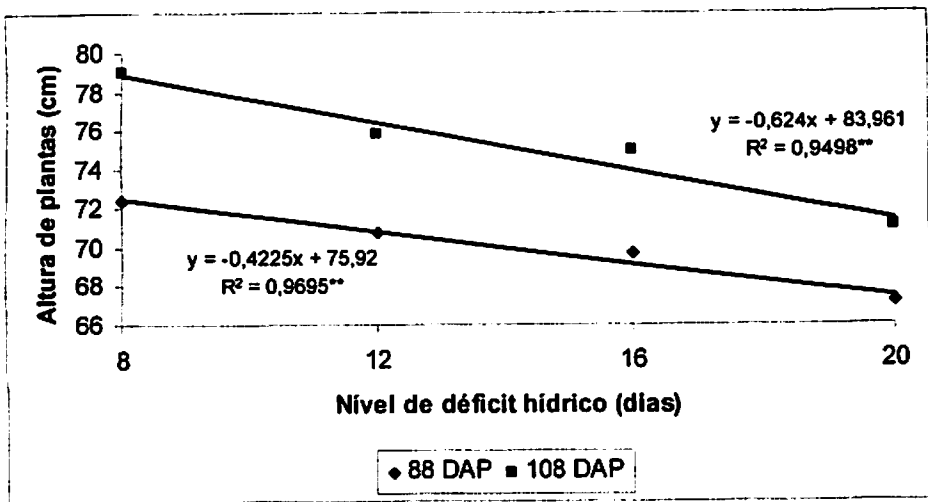


FIGURA 6 Altura de plantas aos 88 e 108 dias após o plantio (DAP) em função de níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Segundo Taiz & Zeiger (2004) a redução da área foliar pode ser considerada a primeira linha de defesa das plantas contra o déficit hídrico. Com a diminuição do conteúdo de água da planta, ocorre uma diminuição do turgor das células provocando uma lentidão na expansão foliar. Além disso, de acordo com Winter (1976), quanto maior a remoção da água disponível no solo para as plantas, maior será a diminuição do crescimento.

De acordo com a Tabela 5, todos os níveis de déficit hídrico aplicados induziram uma menor altura de plantas aos 88 dias após o plantio em relação ao tratamento controle. Aos 108 dias após o plantio somente o tratamento submetido a um período de déficit hídrico de 8 dias não diferiu do tratamento controle.

4.3 Razão bulbar

A razão bulbar foi proposta por Mann (1952) para expressar o grau de desenvolvimento do bulbo. Quanto menor o valor resultante da relação entre o diâmetro do pseudocaule na altura do colo da planta pelo diâmetro da parte mediana do bulbo, mais desenvolvido estará o bulbo. Pelo resultado da análise de variância (Tabela 6), apenas os níveis de déficit hídrico aplicados interferiram significativamente na razão bulbar observada no momento da colheita, não havendo interferência das épocas de início do déficit hídrico.

TABELA 6 Resumo da análise de variância e de regressão para a razão bulbar. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.
		Razão bulbar
Blocos	2	0,0024 ^{ns}
Épocas	3	0,0059 ^{ns}
Níveis	3	0,0126**
Épocas x níveis	9	0,0028 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	0,0060 ^{ns}
Erro	32	0,0026
Média	-	0,31
C.V. (%)	-	16,59
Níveis	(3)	0,0126**
Linear	1	0,0355**
Quadrática	1	0,0000 ^{ns}
Cúbica	1	0,0024 ^{ns}

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

^{ns} não significativo

Verificou-se uma diminuição linear no valor de razão bulbar em função do aumento do nível de déficit hídrico (Figura 7). A maior disponibilidade de água durante o período de bulbificação nos tratamentos submetidos a menores períodos de déficit hídrico provavelmente retardou a intensificação da bulbificação, além de poder ter favorecido a ocorrência de plantas superbrotadas, que geralmente apresentam altos valores de razão bulbar. Estes maiores valores de razão bulbar em plantas superbrotadas devem-se, principalmente ao engrossamento do pseudocule, que ocorre devido às brotações originadas, e à má formação do bulbo que, geralmente, apresenta diâmetro reduzido.

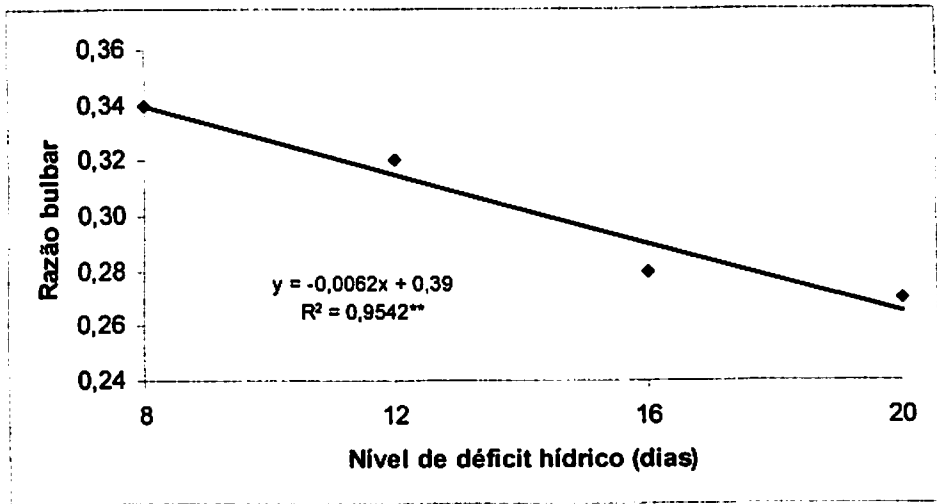


FIGURA 7 Razão bulbar em função de níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Observando-se a Tabela 7, verifica-se que a razão bulbar observada nos tratamentos submetidos a déficit hídrico de 8 e 12 dias não diferiu significativamente da observada no tratamento controle, irrigado durante todo o ciclo. Isso indica que os bulbos destes tratamentos foram colhidos em um estágio semelhante de desenvolvimento. Por outro lado, os tratamentos submetidos a déficit hídrico de 16 e 20 dias apresentaram bulbos em um estágio mais avançado de desenvolvimento. Isto sugere que maiores períodos de déficit hídrico poderiam atuar também na redução do ciclo da cultura. De acordo com Larcher (2000), em resposta ao estresse hídrico ocorre uma alteração na alocação de assimilados sob influência de hormônios sintetizados nas folhas e nas raízes. A relação em termos de crescimento entre a parte aérea e a parte subterrânea é alterada e características morfogenéticas específicas desenvolvem-se. Se o grau de desidratação aumenta, os processos catabólicos tornam-se predominantes, a senescência é acelerada e as folhas mais velhas sofrem dessecação e, posteriormente, abscisão.

TABELA 7 Razão bulbar em função de níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Níveis (dias)	Razão bulbar
8	0,34 ^{ns}
12	0,32 ^{ns}
16	0,28*
20	0,27*
Controle	0,35

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

^{ns} não significativo

4.4 Massa total de plantas

As épocas de início e níveis de déficit hídrico não exerceram influência sobre a massa total de plantas produzida nos tratamentos (Tabela 8) e, de acordo com o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade (Tabela 9), nenhum dos tratamentos fatoriais diferiu significativamente do tratamento controle. Isto mostra que a menor disponibilidade água durante o período de bulbificação não causou prejuízos à produção de massa vegetal dos tratamentos submetidos ao déficit hídrico. Larcher (2000) afirma que se a atuação de um fator de estresse é temporária, possivelmente o estado funcional da planta é posteriormente restaurado ao seu nível original.

TABELA 8 Resumo da análise de variância e de regressão para a massa total de plantas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.
		Massa de plantas (t ha ⁻¹)
Blocos	2	1,12 ^{ns}
Épocas	3	0,05 ^{ns}
Níveis	3	0,74 ^{ns}
Épocas x níveis	9	0,75 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	0,19 ^{ns}
Erro	32	1,45
Média	-	11,91
C.V. (%)	-	10,10

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

^{ns} não significativo

Pelo resultado da análise de variância (Tabela 10), observa-se que não houve efeito das épocas de início e níveis de déficit hídrico sobre a produtividade total de bulbos. Segundo Melo & Oliveira (1999), existem muitos trabalhos sobre irrigação em alho, mas poucos sobre os efeitos do estresse hídrico sobre as características de produção da planta.

4.5 Produtividade total de bulbos

† DAP = dias após o plantio
 * significativo, em relação ao controle, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett
 ns não significativo

Tratamentos		Epocas (DAP) [†]	Níveis (dias)	Massa de plantas (t ha ⁻¹)
Controle				
50	8	13,00 ^{ns}		
50	12	11,47 ^{ns}		
50	16	12,03 ^{ns}		
50	20	11,47 ^{ns}		
55	8	11,81 ^{ns}		
55	12	12,01 ^{ns}		
55	16	11,76 ^{ns}		
55	20	11,79 ^{ns}		
60	8	12,14 ^{ns}		
60	12	12,05 ^{ns}		
60	16	11,37 ^{ns}		
60	20	12,31 ^{ns}		
65	8	11,84 ^{ns}		
65	12	11,80 ^{ns}		
65	16	11,37 ^{ns}		
65	20	12,67 ^{ns}		
65	20	11,67 ^{ns}		

TABELA 9 Massa total de plantas em função de níveis de déficit hídrico, com início em diferentes épocas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

TABELA 10 Resumo da análise de variância e de regressão para a produtividade total de bulbos. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.
		Produção total de bulbos (t ha ⁻¹)
Blocos	2	1,02 ^{ns}
Épocas	3	0,08 ^{ns}
Níveis	3	0,90 ^{ns}
Épocas x níveis	9	0,84 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	1,43 ^{ns}
Erro	32	1,06
Média	-	9,76
C.V. (%)	-	10,56

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

^{ns} não significativo

Os tratamentos submetidos a déficit hídrico apresentaram produtividades totais de bulbos semelhantes à do tratamento controle (Tabela 11). Nas plantas vasculares, a deficiência hídrica afeta principalmente o aparato estomático, reduzindo as trocas de CO₂ e, conseqüentemente, a fotossíntese. No entanto, se a planta é suprida com água antes que a capacidade fotossintética atinja um limite crítico, a recuperação das trocas gasosas é rápida. Geralmente, plantas herbáceas cultivadas toleram uma maior deficiência hídrica, dependendo da espécie e das condições do local de crescimento (Larcher, 2000).

TABELA 11 Produtividade total de bulbos em função níveis de déficit hídrico, com início em diferentes épocas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos		Produtividade total de bulbos (t ha ⁻¹)
Épocas (DAP) ¹	Níveis (dias)	
50	8	10,38 ^{ns}
50	12	9,03 ^{ns}
50	16	9,93 ^{ns}
50	20	9,68 ^{ns}
55	8	8,90 ^{ns}
55	12	9,98 ^{ns}
55	16	9,87 ^{ns}
55	20	10,12 ^{ns}
60	8	9,87 ^{ns}
60	12	9,88 ^{ns}
60	16	9,17 ^{ns}
60	20	10,32 ^{ns}
65	8	9,65 ^{ns}
65	12	9,73 ^{ns}
65	16	9,53 ^{ns}
65	20	10,70 ^{ns}
Controle		9,08

¹DAP= dias após o plantio

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

^{ns} não significativo

4.6 Porcentagem de bulbos superbrotados

Observou-se interação significativa entre os dois fatores estudados para a porcentagem de bulbos superbrotados (Tabela 12), tendo havido redução linear na porcentagem de superbrotamento com o aumento do período de déficit hídrico em todas as épocas avaliadas (Figura 8).

TABELA 12 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para a porcentagem de bulbos superbrotados. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M. ²
		Superbrotamento
Blocos	2	0,0086 ^{ns}
Épocas	3	0,1258**
Níveis	3	0,3959**
Épocas x níveis	9	0,0340*
Controle vs fatorial	1	0,2426**
Erro	32	0,0116
Média (%)	-	23,0
C.V. (%)	-	21,63
Níveis : 50 DAP ¹	(3)	0,0568**
Linear	1	0,1083**
Quadrática	1	0,0461 ^{ns}
Cúbica	1	0,0159 ^{ns}
Níveis : 55 DAP	(3)	0,2616**
Linear	1	0,7751**
Quadrática	1	0,0027 ^{ns}
Cúbica	1	0,0070 ^{ns}
Níveis : 60 DAP	(3)	0,0747**
Linear	1	0,1924**
Quadrática	1	0,0029 ^{ns}
Cúbica	1	0,0289 ^{ns}
Níveis : 65 DAP	(3)	0,1050**
Linear	1	0,1859**
Quadrática	1	0,1046 ^{ns}
Cúbica	1	0,0245 ^{ns}

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

^{ns} não significativo

¹DAP= dias após o plantio

²Dados transformados para arco seno $\sqrt{P/100}$

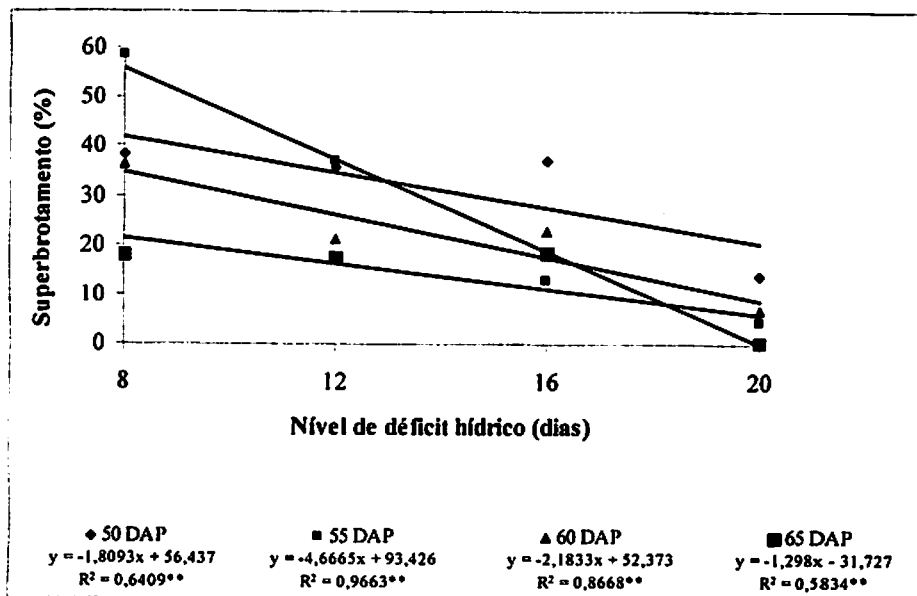


FIGURA 8 Porcentagem de bulbos superbrotados em função de níveis de déficit hídrico, com início aos 50, 55, 60 e 65 dias após o plantio (DAP). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Macêdo et al. (2004), em experimento com a cultivar Roxo Pérola de Caçador, verificaram que a suspensão da irrigação por 16 dias aos 50 dias após o plantio proporcionou menor taxa de superbrotamento (3%) do que quando a irrigação foi suspensa por apenas 12 dias (12,1%).

Mesmo um estresse hídrico moderado é suficiente para desencadear a síntese de ácido abscísico (Larcher, 2000). De acordo com Moon & Lee (1980), a formação dos bulbos de alho está mais relacionada à alta atividade do ácido abscísico e altos níveis de açúcares totais, enquanto que a alta atividade da giberelina exerce grande influência na indução do pseudoperfilhamento em alho. Essa maior produção de ácido abscísico pode, portanto, estar atuando na inibição

da ação da giberelina e, com isso, possibilitando a redução das taxas de superbrotamento.

Apesar de haver redução nas taxas de superbrotamento com o aumento do nível de déficit hídrico para todas as épocas testadas, observou-se que o índice de ocorrência desta anormalidade em alguns tratamentos não diferiu significativamente do observado no tratamento controle (Tabela 13), mostrando-se pouco eficazes no controle desta anormalidade. Quando o déficit hídrico foi iniciado aos 50 dias após o plantio (DAP), somente o período de 20 dias sem irrigação possibilitou um menor índice de superbrotamento em relação ao tratamento controle. Aos 55 dias após o plantio, apenas os períodos de 16 e 20 dias de déficit hídrico permitiram a obtenção de menores taxas de bulbos superbrotados. Por outro lado, quando a irrigação foi suspensa aos 60 dias após o plantio, somente o nível de 8 dias de déficit hídrico mostrou-se pouco eficiente no controle do superbrotamento. O início do período de déficit hídrico aos 65 dias após o plantio proporcionou taxas de superbrotamento inferiores à observada no tratamento controle para todos os níveis de déficit hídrico estudados. Isso mostra que, quando esta prática foi efetuada mais tardiamente, mesmo menores períodos sem irrigação foram eficientes na redução do superbrotamento. Segundo Castro (1987), as alterações no comportamento vegetal em resposta ao déficit hídrico ocorrem em função da duração e da severidade do estresse, do estágio de desenvolvimento, do genótipo e da história prévia do estresse.

TABELA 13 Porcentagem de bulbos superbrotados em função de níveis de déficit hídrico, com início em diferentes épocas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos		Superbrotamento (%)
Épocas (DAP) ¹	Níveis (dias)	
50	8	38,2 ^{ns}
50	12	35,7 ^{ns}
50	16	36,9 ^{ns}
50	20	13,7*
55	8	58,4 ^{ns}
55	12	37,1 ^{ns}
55	16	12,6*
55	20	4,3*
60	8	36,5 ^{ns}
60	12	21,2*
60	16	22,7*
60	20	6,8*
65	8	18,0*
65	12	17,6*
65	16	18,3*
65	20	0,4*
Controle		48,9

¹DAP= dias após o plantio

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

^{ns} não significativo

4.7 Produtividade de bulbos comerciais

Verificou-se interação entre os dois fatores avaliados em relação à produtividade de bulbos comerciais (Tabela 14).

TABELA 14 Resumo da análise de variância, de desdobramento da interação e de regressão para a produtividade de bulbos comerciais. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.
		Produtividade de bulbos comerciais (t ha ⁻¹)
Blocos	2	0,23 ^{ns}
Épocas	3	12,82**
Níveis	3	33,13**
Épocas x níveis	9	3,18*
Controle vs fatorial	1	18,16**
Erro	32	1,30
Média	-	6,63
C.V. (%)	-	17,18
Níveis : 50 DAP ¹	(3)	3,78*
Linear	1	7,75*
Quadrática	1	3,57 ^{ns}
Cúbica	1	0,04 ^{ns}
Níveis : 55 DAP	(3)	23,81**
Linear	1	69,90**
Quadrática	1	0,25 ^{ns}
Cúbica	1	1,29 ^{ns}
Níveis : 60 DAP	(3)	8,69**
Linear	1	20,20**
Quadrática	1	1,34 ^{ns}
Cúbica	1	4,53 ^{ns}
Níveis : 65 DAP	(3)	6,37**
Linear	1	13,34**
Quadrática	1	4,26 ^{ns}
Cúbica	1	1,51 ^{ns}

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

^{ns} não significativo

¹DAP= dias após o plantio

Em todas as épocas avaliadas, à medida que se aumentou o período de déficit hídrico, observou-se aumento linear na produção de bulbos comerciais (Figura 9). Isto ocorreu, principalmente, devido à redução linear do

superbrotamento com o aumento do nível de déficit hídrico em todas as épocas avaliadas.

Em trabalho conduzido por Macêdo et al. (2004), observou-se que, quando suspendeu-se a irrigação por 16 dias aos 50 dias após o plantio, além de se observar uma menor taxa de superbrotamento em relação à observada quando se suspendeu a irrigação por um período de apenas 12 dias, houve aumento linear da produção comercial e da massa média de bulbos comerciais com o aumento da dose da adubação nitrogenada de cobertura, quando esta foi aplicada aos 70 dias após o plantio.

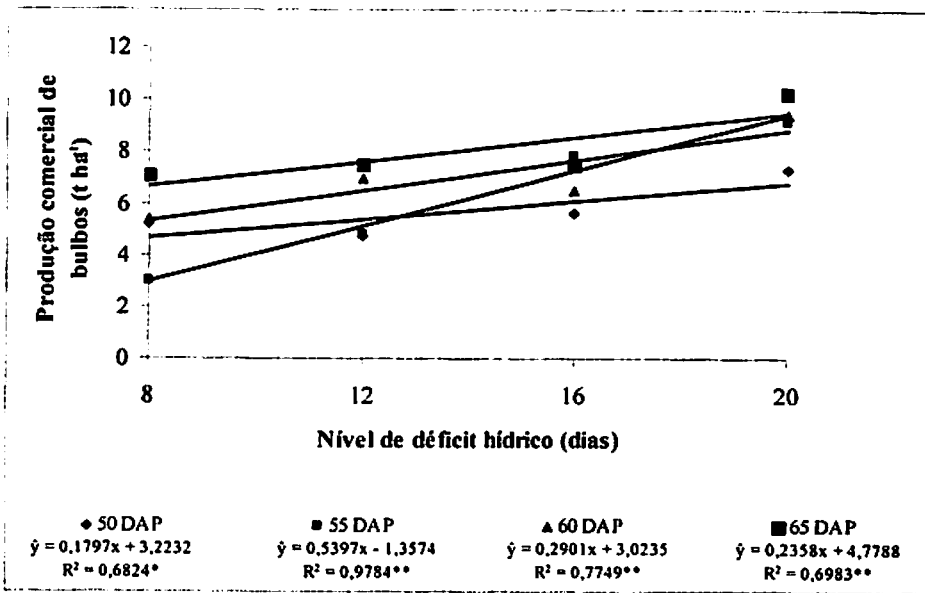


FIGURA 9 Produtividade de bulbos comerciais em função de níveis de déficit hídrico, com início aos 50, 55, 60 e 65 dias após o plantio (DAP). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Atualmente, os produtores têm suspenso a irrigação em torno de 50 dias após o plantio, por um período de 16 a 20 dias. Comparando-se a produtividade de bulbos comerciais de cada tratamento fatorial com a obtida no tratamento controle (Tabela 15), constata-se que o início do déficit hídrico aos 50 dias após o plantio somente possibilitou uma maior produtividade de bulbos comerciais quando a irrigação foi suspensa por um período de 20 dias. Aos 55 dias após o plantio, o efeito do déficit hídrico no incremento da produtividade de bulbos comerciais apenas foi observado com os períodos de 16 e 20 dias sem irrigação. Quando a irrigação foi suspensa aos 60 dias após o plantio por 12 e 20 dias, também verificaram-se produtividades de bulbos comerciais superiores à obtida no tratamento controle. Porém, para esta época, a produtividade de bulbos comerciais obtida com o período de 16 dias de déficit hídrico não diferiu significativamente da verificada no controle. Isto possivelmente ocorreu devido a uma maior produção de bulbos com diâmetro abaixo do aceitável para comercialização. Entretanto, considerando-se o efeito linear do aumento do nível de estresse hídrico no incremento da produtividade de bulbos comerciais observado na Figura 9, verifica-se uma tendência de maior produtividade quando a irrigação foi interrompida aos 60 dias por períodos de 12, 16 e 20 dias.

O início do déficit hídrico aos 65 dias após o plantio possibilitou a obtenção de produtividade de bulbos comerciais superior à observada no tratamento controle em todos os níveis de déficit hídrico estudados. Nas condições em que o experimento foi conduzido verifica-se, portanto, que a suspensão da irrigação em um estágio mais avançado de bulbificação possibilitou controle do superbrotamento e, conseqüentemente, incremento na produtividade de bulbos comerciais, mesmo com períodos curtos de estresse hídrico.

TABELA 15 Produtividade de bulbos comerciais em função de níveis de déficit hídrico, com início em diferentes épocas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos		Produtividade de bulbos comerciais (t ha ⁻¹)
Épocas (DAP) ¹	Níveis (dias)	
50	8	5,23 ^{ns}
50	12	4,76 ^{ns}
50	16	5,63 ^{ns}
50	20	7,34*
55	8	2,96 ^{ns}
55	12	4,82 ^{ns}
55	16	7,86*
55	20	9,15*
60	8	5,40 ^{ns}
60	12	7,00*
60	16	6,51 ^{ns}
60	20	9,44*
65	8	7,10*
65	12	7,49*
65	16	7,48*
65	20	10,25*
Controle		4,24

¹DAP= dias após o plantio

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

^{ns} não significativo

4.8 Massa média de bulbos comerciais

Os níveis de déficit hídrico influíram significativamente na massa média de bulbos comerciais, não havendo influência das épocas em que estes foram aplicados (Tabela 16). Observou-se um incremento linear na massa média de bulbos comerciais com o aumento do período de déficit hídrico (Figura 10).

TABELA 16 Resumo da análise de variância e de regressão para a massa média de bulbos comerciais. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.
		Massa média de bulbos comerciais (g)
Blocos	2	7,89 ^{ns}
Épocas	3	13,44 ^{ns}
Níveis	3	34,90**
Épocas x níveis	9	10,39 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	7,63 ^{ns}
Erro	32	5,22
Média	-	26,4
C.V. (%)	-	8,65
Níveis	(3)	34,90**
Linear	1	101.27**
Quadrática	1	1.72 ^{ns}
Cúbica	1	1.72 ^{ns}

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

^{ns} não significativo

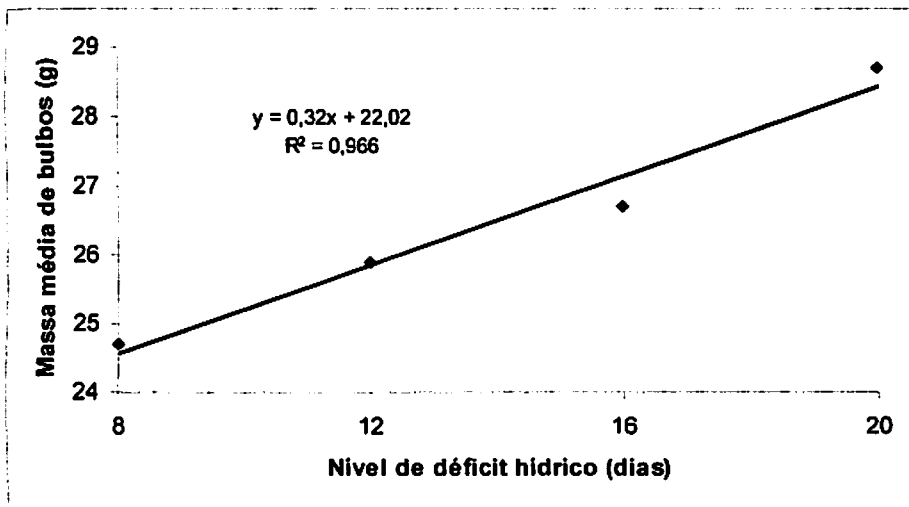


FIGURA 10 Massa média de bulbos comerciais em função de níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Para as plantas que não são verdadeiramente resistentes à seca, a sobrevivência durante períodos secos requer somente um programa apropriado para a produção de sementes resistentes à dessecação ou órgãos perenes especialmente resistentes à dessecação. No caso das geófitas, com o estresse hídrico ocorre um maior estoque de assimilados em órgãos subterrâneos como rizomas, tubérculos e bulbos em relação à parte aérea, sendo que quanto maior a exposição ao déficit hídrico, maior será o favorecimento ao acúmulo de assimilados nestes órgãos (Larcher, 2000).

Embora tenha sido observado um aumento linear na massa média de bulbos comerciais com a elevação dos níveis de déficit hídrico, de acordo com o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade (Tabela 17), a obtenção de bulbos com maior massa média que a obtida quando não houve suspensão da irrigação no período de bulbificação somente foi possível quando suspendeu-se a irrigação por um período de 20 dias.

TABELA 17 Massa média de bulbos comerciais em função de níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Níveis (dias)	Massa média de bulbos comerciais (g)
8	24,7 ^{ns}
12	25,9 ^{ns}
16	26,7 ^{ns}
20	28,7*
Controle	24,9

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

^{ns} não significativo

4.9 Número médio de bulbilhos em bulbos comerciais

Não houve influência dos fatores avaliados no número médio de bulbilhos em bulbos comerciais (Tabela 18).

O pequeno número de bulbilhos por bulbo é uma característica atribuída aos alhos nobres. A Portaria Nº 242/92 do Ministério da Agricultura prevê que para pertencer a este grupo, o alho deve apresentar, dentre outras características, no máximo, 20 bulbilhos por bulbo (Souza & Macêdo, 2004).

TABELA 18 Resumo da análise de variância para o número médio de bulbilhos em bulbos comerciais. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M. ¹
		Número médio de bulbilhos em bulbos comerciais
Blocos	2	0,0006 ^{ns}
Épocas	3	0,0024 ^{ns}
Níveis	3	0,0052 ^{ns}
Épocas x níveis	9	0,0052 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	0,0143 ^{ns}
Erro	32	0,0045
Média	-	11,9
C.V. (%)	-	1,88

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

^{ns} não significativo

¹Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

Os tratamentos submetidos a déficit hídrico nos diferentes níveis e épocas avaliadas, além de não diferirem entre si, apresentaram bulbos comerciais com número médio de bulbilhos equivalente ao obtido no tratamento controle (Tabela 19).

Um maior número de bulbilhos por bulbo geralmente é observado em plantas superbrotadas, sendo esta uma característica marcante em plantas com esta anormalidade. Em bulbos comerciais, o número médio de bulbilhos parece estar mais ligado a características genéticas da própria cultivar.

TABELA 19 Número médio de bulbilhos em bulbos comerciais em função de níveis de déficit hídrico, com início em diferentes épocas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos		Número médio de bulbilhos em bulbos comerciais
Épocas (DAP) ¹	Níveis (dias)	
50	8	12,2 ^{ns}
50	12	11,6 ^{ns}
50	16	12,0 ^{ns}
50	20	11,7 ^{ns}
55	8	11,3 ^{ns}
55	12	11,9 ^{ns}
55	16	12,3 ^{ns}
55	20	12,0 ^{ns}
60	8	11,6 ^{ns}
60	12	12,1 ^{ns}
60	16	11,8 ^{ns}
60	20	12,1 ^{ns}
65	8	11,8 ^{ns}
65	12	12,3 ^{ns}
65	16	12,2 ^{ns}
65	20	12,1 ^{ns}
Controle		11,4

¹DAP= dias após o plantio

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

^{ns} não significativo

4.10 Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais

De acordo com a análise de variância (Tabela 20), observa-se que houve influência dos níveis de déficit hídrico sobre a massa média de bulbilhos de bulbos comerciais. À medida que se prolongou o período de suspensão da irrigação durante o período de bulbificação, verificou-se um aumento linear na massa média de bulbilhos de bulbos comerciais (Figura 11). Este resultado influenciou diretamente no incremento da massa média de bulbos comerciais, que apresentou comportamento semelhante quando a cultura foi submetida aos diferentes períodos de déficit hídrico (Figura 10).

TABELA 20 Resumo da análise de variância e de regressão para a massa média de bulbilhos de bulbos comerciais. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G.L.	Q.M.
		Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais (g)
Blocos	2	0,0440 ^{ns}
Épocas	3	0,0501 ^{ns}
Níveis	3	0,2168**
Épocas x níveis	9	0,0431 ^{ns}
Controle vs fatorial	1	0,0036 ^{ns}
Erro	32	0,0292
Média	-	2,12
C.V. (%)	-	8,07
Níveis	(3)	0,2168**
Linear	1	0,5940**
Quadrática	1	0,0432 ^{ns}
Cúbica	1	0,0132 ^{ns}

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

^{ns} não significativo

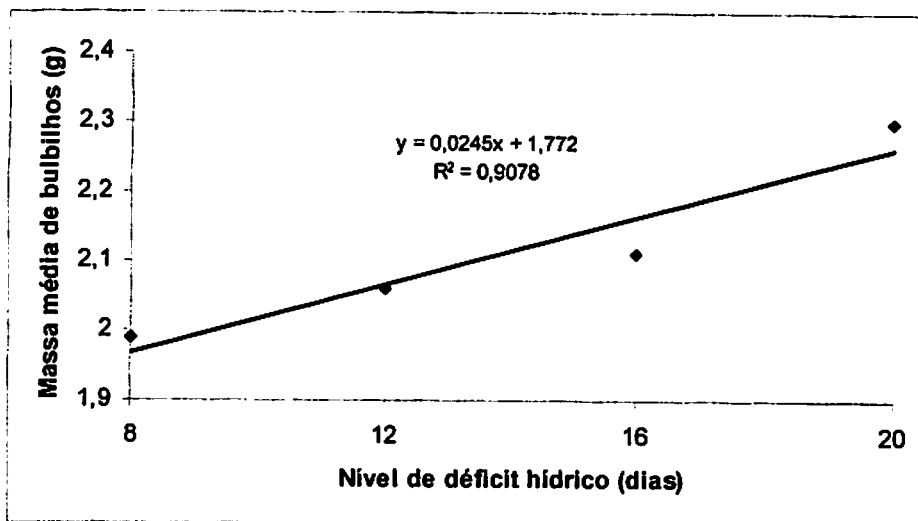


FIGURA 11 Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais em função de níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Taiz & Zeiger (2004) relatam que os déficits hídricos moderados também afetam o desenvolvimento do sistema subterrâneo. De acordo com os autores, a expansão foliar é afetada muito precocemente quando a absorção de água é reduzida. No entanto, a atividade fotossintética é muito menos atingida. A inibição da expansão foliar reduz o consumo de carbono e energia, e uma proporção maior de assimilados vegetais pode ser distribuída ao sistema subterrâneo.

Confrontando-se a massa média de bulbilhos de bulbos comerciais obtida nos tratamentos submetidos a déficit hídrico com a observada no tratamento controle (Tabela 21), observa-se que foi obtida uma massa média de bulbilhos de bulbos comerciais superior a este tratamento quando a irrigação foi suspensa por um período de 20 dias, o que não ocorreu com os demais níveis avaliados.

TABELA 21 Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais em função de níveis de déficit hídrico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Níveis (dias)	Massa média de bulbilhos de bulbos comerciais (g)
8	1,99 ^{ns}
12	2,06 ^{ns}
16	2,11 ^{ns}
20	2,30*
Controle	2,08

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

^{ns} não significativo

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, nas condições em que foi conduzido este trabalho, pôde-se concluir que:

- o déficit hídrico no período de bulbificação não interfere na massa total de plantas produzidas e na produção total de bulbos;

- o aumento no período de déficit hídrico afeta o crescimento das plantas de alho, porém, acelera a bulbificação e aumenta a massa média de bulbos comerciais e de seus bulbilhos;

- as taxas de superbrotamento reduzem de forma linear com o aumento do nível de déficit hídrico, havendo, com isso, incremento linear na produção de bulbos comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2002. **Anuário de Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002.

AGRIANUAL 2004. **Anuário de Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004.

AMARAL, F. A. L. **Contribuição ao estudo da localização de fertilizantes na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1967. 56 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

AMARAL, S. R.; LIRA, M. A.; TABOSA, J. N.; SANTOS, M. V. F. dos; MELLO, A. C. L. de; SANTOS, V. F. dos. **Comportamento de linhagens de sorgo forrageiro submetidas a déficit hídrico sob condição controlada. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 973-979, ago. 2003.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas**. 1961-1990. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84 p.

BÜLL, L. T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M. **Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p. 247-255, 2002.

BURBA, J. L. **Efeitos do manejo do alho semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção do cultivar “Chonan”**. 1983, 112 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 448 p.

CARMO, C. A. S. do. **Efeitos de coberturas do solo e de freqüências de irrigação na cultura do alho (*Allium sativum* L.), em dois locais de altitudes diferentes do Estado do Espírito Santo**. 1984, 61 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARMO, C. A. S. do; CASALI, V. W. D.; THIEBAUT, J. T. L.; SILVA, J. F. da; MEDINA, P. V. L. Influência da temperatura no índice de perfilhamento em plantas de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 65, maio 1985.

CARVALHO, C. G. S. Efeito de diferentes fotoperíodos na bulbificação e crescimento de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.). 1975. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARVALHO, L. G. de. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Gigante Lavínia. 1995. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, L. G. de; SAMPAIO, S. C.; SILVA, A. M. da. Determinação da umidade na capacidade de campo “in situ” de um Latossolo Roxo Distrófico. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 7, n. 1, p. 91-97, dez. 1996.

CASAGRANDE, E. C.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P. K.; BRETON, M. C.; NEPOMUCENO, A. L. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 168-184, ago. 2001.

CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 249 p.

CHAVES FILHO, J. T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 199-204, jun. 2001.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

CORRÊA, 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.

COSTA, T. M. P. da. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. 'Juréia'. 1992, 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

COUTO, F. A. A. Observação sobre o efeito do azoto, fósforo e potássio na fertilização do alho. *Revista de Olericultura*, Viçosa, v.1, p. 26-38, 1961.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortalças. *Hortalças em números: produção, área e valor*, 2003. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://cnph.embrapa.br/>>. Acesso em: 27 fev. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999. 412 p.

FAO. *Agricultural production, primary crops*. Roma, 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 21 out. 2004.

FERREIRA, F. A.; CASALI, V. W. D.; ÁLVARES, V. H.; RESENDE, G. M. de. Desenvolvimento de alho, cultivar Chonan e Quitéria, após armazenamento refrigerado. In: _____. *Projeto Olericultura: Relatório de pesquisa 1987/92*. Belo Horizonte: EPAMIG, 1993, p. 28-30.

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

GARCIA, A. *Influência da irrigação no crescimento, produção e superbrotaamento do alho (*Allium sativum* L.)*. 1964, 45 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Viçosa, MG.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.

LEAL, F. R. *Período de hidratação, vernalização, cobertura morta e matéria orgânica, sobre as características agronômicas da cultura do alho, cv. Roxo Pérola de Caçador*. 1998, 132 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, G. M.; SCALCO, M. S. Efeitos do nitrogênio e estresse hídrico na produtividade e no superbrotamento do alho vernalizado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004. 1CD-ROM.

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

MANN, L. K. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. **Hilgardia**, Berkeley, v. 21, n. 8, p. 195-249, Jan. 1952.

MANN, L. K.; MINGES, P. A. Growth and bulbing garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks day length and planting date. **Hilgardia**, Berkeley, v. 27, n. 15, p. 385-419, Aug. 1958.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPB, 1996. 72 p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O. A.; SILVA, H. R. Desenvolvimento de plantas, produção e qualidade de bulbos de alho sob condições de deficiência de água no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 470-473, set. 2002a.

MAROUELLI, 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, v. 20, n. 2, p. 191-194, jun. 2002b.

MELO, J. P. L.; OLIVEIRA, A. P. de. Produção de alho em função de diferentes níveis de água e esterco bovino no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 11-15, mar. 1999.

MENEZES SOBRINHO, J. A. Irrigação na cultura do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 48, p. 39- 41, dez. 1978.

METIVIER, J. R. Citocininas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU/ ed. da Universidade de São Paulo, 1979. v. 2, p. 93-127.

MOON, W.; LEE, B. Y. Influence of short day treatment on the growth and levels of endogenous growth substances in garlic plants (*Allium sativum* L.). **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Suwon, v.21, n.2, p.109-118, 1980.

- MOON, W.; LEE, B. Y. Studies on factors affectig secondary growth in garlic (*Allium sativum* L.). Investigation on environmental factors and degree of secondary growth. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Suwon, v. 26, n. 2, p. 103-112, 1985.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V. de; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 75-87, abr. 2001.
- PARK, Y.B.; LEE, B.Y. Study on growth and bulb formation of garlic plants (*Allium sativum* L.). The effect of day lenght on the bulb formation and secondary growth in 6 clones garlic plants. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Suwon, v. 20, n. 1, p. 1-4, 1979.
- PEREIRA, A. J.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, W. R. Competição de cultivares de alho vernalizado na região de Inconfidentes-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. 1CD-ROM.
- RENA, A.B. **Notas sobre as substâncias reguladoras de crescimento e do desenvolvimento das plantas**. Viçosa: UFV, 1970. 63 p.
- RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. de. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 2004. 12 p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado Técnico, 22).
- RESENDE, G. M. de; COSTA, N. D.; MELO, N. F. de; SOUZA, R. J. de. Efeitos de paclobutrazol em diferentes concentrações e períodos de imersão na cultura do alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 635-639, abr. 1999.
- RESENDE, G. M. de; SOUZA, R. J. de. Efeitos de dose de paclobutrazol na cultura do alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 637-641, maio 2002.
- RESENDE, G. M. de; SOUZA, R. J. de; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; FLORI, J. E. Produtividade e qualidade de bulbos de alho em diferentes doses de paclobutrazol e períodos de frigidificação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1343-1350, nov./dez. 2001.

[REDACTED]

SAMPAIO, A. C.; FUMIS, T. F.; OLIVEIRA, O. M. de; PALLAMIN, M. L.; FERREIRA, A. G. G. Influência do tamanho dos bulbilhos e período de vernalização sobre o perfilhamento do alho cv. Roxo Pérola de Caçador, em solo de cerrado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. ICD-ROM.

SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; SOBRINHO, J. A. M. Irrigação da cultura do alho no Distrito Federal. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1981. 35 p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica, 1).

SILVA, E. C. da; SOUZA, R. J. de; SANTOS, V. S. Efeitos do tempo de frigorificação em cultivares de alho (*Allium sativum* L.) provenientes de cultura de meristemas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 4, p. 939-946, out./dez. 2000.

SOUZA, C. R. de; SOARES, A. M.; REGINA, M. A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, out. 2001.

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.

SOUZA, R. J. de. 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, MG.

SOUZA, R. J. de; PASQUAL, M.; MACHADO, A. Q.; GONÇALVES, L. D. *Cultura do alho*. Lavras: UFLA, 2002. 90 p. (UFLA. Textos Acadêmicos, 14).

SOUZA, R. J. de; MACÊDO, F. S. Vernalização de cultivares de alho nobre na região de Lavras. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-654, jul./set. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VAN GENUCHTEN, M. TH. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society American Journal*, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, Sept./Oct. 1980.

WINTER, E. G. *A água, o solo e a planta*. São Paulo: EPU, 1976. 170 p.

YASSIN, N.; MORAIS, A. R. de; MUNIZ, J. A. Análise de variância em um experimento fatorial de dois fatores com tratamentos adicionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, dez. 2002. Edição especial.

ZAMBRANO, O. D. B. **Sinalização entre os sistemas radiculares e caulinares em genótipos contrastantes de *Licopersicom* sob estresse por deficiência hídrica**. 2004. 33 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ZINK, F. W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 83, p. 579-584, June 1963.

ANEXOS

	Página
TABELA 1A Valores de tensão de água no solo (kPa) observados nos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	69
TABELA 2A Lâminas aplicadas (mm) nos tratamentos durante a condução do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	75

TABELA 1A Valores de tensão de água no solo (kPa) observados nos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2004.

DAP*	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
	Profundidade (cm)																
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30
8	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	6,29
9	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	6,96
10	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,79
11	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,62
12	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	4,62
13	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,96
14	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,46
15	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	9,46
16	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	11,41	10,46
17	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	9,96
18	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	10,79
19	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	10,62
20	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	4,96
21	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,79
22	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	7,85	8,29
23	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	8,29
24	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	9,96
25	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	9,96
26	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	13,41	10,12
27	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	17,63	11,96

...continua...

TABELA 1A, cont.

DAP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	
	Profundidade (cm)																	
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30
28	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	19,18	11,62
29	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	13,29
30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	13,12
31	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	14,46
32	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	24,85	13,62
33	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07	13,96
34	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	14,46
35	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	14,96
36	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	9,46
37	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	6,79
38	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	7,96
39	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07	7,62
40	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	7,79
41	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	7,96
42	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	8,62
43	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	13,18	9,62
44	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	10,46
45	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	12,29
46	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	12,29
47	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	31,07	13,62

...continua...

TABELA 1A, cont.

DAP	Profundidade (cm)																												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17												
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30											
48	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	36,63	15,62											
49	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	42,30	17,19											
50	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	47,63	19,12											
51	Déficit hídrico																												
52	Déficit hídrico																												
53	Déficit hídrico																												
54	Déficit hídrico																												
55	Déficit hídrico																												
56	Déficit hídrico																												
57	Déficit hídrico																												
58	Déficit hídrico																												
59	10,12	Déficit hídrico																											
60	11,62	Déficit hídrico																											
61	12,62	Déficit hídrico																											
62	13,62	Déficit hídrico																											
63	15,62	4,57	Déficit hídrico																										
64	16,62	5,57	Déficit hídrico																										
65	17,62	6,07	Déficit hídrico																										
66	32,12	6,57	Déficit hídrico																										
67	39,12	10,07	6,12	Déficit hídrico																									
68	5,12	14,07	7,12	Déficit hídrico																									
				22,57	Déficit hídrico													4,12											
						Déficit hídrico																							
							Déficit hídrico																						
								Déficit hídrico																					
									Déficit hídrico																				
										Déficit hídrico																			
											Déficit hídrico																		
												Déficit hídrico																	
													Déficit hídrico																
														Déficit hídrico															
															Déficit hídrico														
																Déficit hídrico													
																	Déficit hídrico												
																		Déficit hídrico											
																			Déficit hídrico										
																				Déficit hídrico									
																					Déficit hídrico								
																						Déficit hídrico							
																							Déficit hídrico						
																								Déficit hídrico					
																									Déficit hídrico				
																										Déficit hídrico			
																											Déficit hídrico		
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	
																												Déficit hídrico	

TABELA 1A, cont.

DAP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17		
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	
Profundidade (cm)																			
69	6,12	17,57	8,12		25,57	5,12			7,61								32,66	26,86	
70	7,12	21,07	8,62		29,07	6,12			8,61								39,99	28,86	
71	22,62	39,57	17,12	4,12	26,57	12,12			9,61								9,83	23,61	
72	28,62	46,57	22,62	6,12	23,57	16,12	4,61		12,61								12,49	22,61	
73	41,12	4,57	32,62	10,62	47,57	24,62	8,11		21,11	4,61							20,66	28,11	
74	4,12	8,57	43,62	14,62	5,57	33,12	11,11		26,61	6,61			4,12				28,33	31,11	
75	7,12	11,57	3,62	17,62	8,57	41,62	13,11		32,61	9,11			7,12				36,16	34,36	
76	7,12	12,57	3,12	18,12	11,57	2,12	14,61	2,36	35,61	10,11			7,12				40,99	37,61	
77	4,62	7,57	3,12	19,12	4,57	3,12	9,61	2,86	33,11	4,61	4,57		4,62				3,83	6,86	
78	8,12	11,57	5,12	19,12	9,57	5,12	11,61	5,86	35,11	7,61	5,07		7,12	4,57			6,67	9,69	
79	12,62	17,07	8,62	19,12	18,57	8,12	14,61	8,86	42,61	10,61	7,57		12,12	7,57			11,00	11,69	
80	17,12	23,07	12,12	20,12	27,57	10,62	18,11	11,36	52,11	14,11	9,57		15,12	9,57			13,99	14,61	
81	28,12	36,07	19,12	24,62	46,57	17,62	25,11	18,36	4,61	23,11	16,57	3,59	23,12	15,57			27,00	20,19	
82	31,62	45,07	25,12	30,12	4,57	23,62	29,61	19,86	10,11	27,61	25,57	4,59	29,12	23,57	3,08		33,33	23,19	
83	34,62	4,07	33,12	32,62	11,57	32,62	36,11	27,86	15,61	35,11	34,57	8,59	35,12	29,57	5,08		37,67	26,19	
84	40,62	5,07	40,62	35,12	16,57	41,62	42,61	36,36	20,61	41,61	42,07	13,59	42,12	36,57	8,08		42,67	28,19	
85	46,62	7,07	50,12	38,62	24,57	49,62	48,61	44,86	24,61	49,61	49,57	17,59	47,62	44,57	10,08		49,00	30,19	
86	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	5,69
87	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	7,19
88	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	11,19

...continua...

TABELA 1A, cont.

DAP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
	Profundidade (cm)																
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30
89	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	13,69
90	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	12,19
91	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	19,19
92	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	26,19
93	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	31,19
94	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	36,19
95	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,69
96	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	5,69
97	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	10,19
98	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33	16,19
99	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	24,69
100	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	32,19
101	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	50,33	40,19
102	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	8,19
103	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	9,19
104	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	16,69
105	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	25,19
106	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	49,67	36,19
107	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	8,19
108	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	9,69

...continua...

TABELA 1A, cont.

DAP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
	Profundidade (cm)																
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30
109	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	29,33	23,19
110	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	44,67	36,19
111	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	8,19
112	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	19,33	13,19
113	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	20,19
114	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	39,33	32,19
115	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33	37,69
116	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	52,67	45,19
117	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	58,67	51,69
118	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	61,67	55,19
119	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	63,33	57,69
120	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	60,19
121	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	69,67	64,19
122	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	71,33	65,19

* DAP= dias após o plantio

TABELA 2A Lâminas aplicadas (mm) nos tratamentos durante a condução do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Data	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
28/04/2004	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
30/04/2004	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
03/05/2004	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
07/05/2004	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
15/06/2004					10,0	10,0	10,0	10,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
22/06/2004									7,5	7,5	7,5	7,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
23/06/2004	51,0																
27/06/2004		49,0															
28/06/2004					41,5												
29/06/2004													2,5	2,5	2,5	2,5	20,0
01/07/2004			51,5														
02/07/2004	20,0					42,0											
03/07/2004									47,0								
05/07/2004				47,5													
06/07/2004							48,0										
07/07/2004		20,0								48,0							
08/07/2004	20,0				20,0								48,0				
09/07/2004			20,0														
10/07/2004						20,0		48,0									
11/07/2004											48,0						20,0
12/07/2004														40,0			
15/07/2004									20,0			48,0					
16/07/2004					20,0										48,0		
17/07/2004		20,0															

...continua...

TABELA 2A, cont.

20/07/2004	24,0		24,0	18,5	13,0	24,0	22,5	20,0	13,0	22,5	24,0	8,5	22,5	20,0		48,0	25,0
26/07/2004	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
29/07/2004	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
05/08/2004	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
10/08/2004	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
14/08/2004	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Total	248,0	222,0	228,5	199,0	237,5	229,0	213,5	211,0	240,5	231,0	232,5	217,0	246,0	235,5	223,5	223,5	238,0

*T1 – 08 dias de déficit hídrico com início aos 50 dias após o plantio.

T2 – 12 dias de déficit hídrico com início aos 50 dias após o plantio.

T3 – 16 dias de déficit hídrico com início aos 50 dias após o plantio.

T4 – 20 dias de déficit hídrico com início aos 50 dias após o plantio.

T5 – 08 dias de déficit hídrico com início aos 55 dias após o plantio.

T6 – 12 dias de déficit hídrico com início aos 55 dias após o plantio.

T7 – 16 dias de déficit hídrico com início aos 55 dias após o plantio.

T8 – 20 dias de déficit hídrico com início aos 55 dias após o plantio.

T9 – 08 dias de déficit hídrico com início aos 60 dias após o plantio.

T10 – 12 dias de déficit hídrico com início aos 60 dias após o plantio.

T11 – 16 dias de déficit hídrico com início aos 60 dias após o plantio.

T12 – 20 dias de déficit hídrico com início aos 60 dias após o plantio.

T13 – 08 dias de déficit hídrico com início aos 65 dias após o plantio.

T14 – 12 dias de déficit hídrico com início aos 65 dias após o plantio.

T15 – 16 dias de déficit hídrico com início aos 65 dias após o plantio.

T16 – 20 dias de déficit hídrico com início aos 65 dias após o plantio.

T17 – tratamento não submetido a déficit hídrico (controle).