

- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. Micropropagação In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S. (Eds.). *Técnicas e Aplicações de Cultura de tecidos de plantas*. Brasília: ABCTP: EMBRAPA CNPHortaliças, 1990. p. 99-169.
- GROUT, B.W.W. Photosynthesis of regenerated plantlets *in vitro*, and stress of transplanting. *Acta Horticulturae*, n. 230, p. 129-135, 1988.
- HDIDER, C.; DESJARDINS, Y. Effects of sucrose on photosynthesis and phosphoenolpyruvate carboxylase activity of *in vitro* cultured strawberry plantlets. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 1, n. 36, p. 27-33, 1994.
- LANGFORD, P.J.; WAINWRIGHT, S. Effects of sucrose concentration on the photosynthesis ability of rose shoots *in vitro*. *Annals of Botany*, v. 60, p. 633-640, 1987.
- LEWANDOWSKI, V.T. Rooting and acclimatization of micropropagated *Vitis labrusca* "Delaware". *HortScience*, v. 126, n. 5, p. 586-588, 1991.
- MC COWN, B.H. Adventitious rooting of tissue cultured plants. IN: DAVIS, T.; HAISSIG, B.E.; SANKLA, N. (Eds.). *Adventitious root formation in cuttings*. Portland-Oregon: Dioscorides, 1988. v. 2, p. 289-299.
- MINAMI, K. Biotecnologia e Otimização da Produtividade dos Produtos Hortícolas. In: CROCOMO (Ed.) e colaboradores. *Biotecnologia para produção vegetal*. Piracicaba: ESALQ/USP: CEBTEC/FEALQ, 1991. p. 173-187.
- MURASHIGE, T.; SKOOG F.A. Revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, n. 15, p. 473-497, 1962.
- RIQUELME, C.; GUIÑAZU, M.E.; TIZIO, R. Pre-acondicionamiento y aclimatación en condiciones de invernáculo de plântulas micropropagadas de frutilla, menta, papa y vid. *Phyton*, v. 52, n. 1, p. 73-82, 1991.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. *Fisiologia Vegetal*. México: Iberoamérica, 1994. 759 p.
- VILLEGAS, A.M. Micropropagação de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). In: ROSELL, C.H.; VILLALOBOS, V.M. (Eds.). *Fundamentos teórico-práticos del cultivo de tejidos vegetales*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura e la Alimentación (FAO), 1990. p. 91-95.
- YUE, D.; DESJARDINS, Y.; GOSSELIN, A. Photosynthetic capacity and effects of forced ventilation on growth of *in vitro* cultured strawberry plantlets. *Acta Horticulturae*, v. 20, p. 123-126, 1993.
- 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, junho 2.002.

## Produção e qualidade de alho sob regimes de água no solo e doses de nitrogênio

Waldir A. Marouelli; Washington L. C. Silva; Osmar A. Carrijo; Henoque R. Silva

Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70.359-970 Brasília - DF. E-mail: waldir@cnpht.embrapa.br

### RESUMO

Avaliou-se os efeitos de regimes de água no solo e doses de nitrogênio (N) sobre a produção e qualidade de bulbos de uma cultivar de alho suscetível ao pseudoperfilhamento. O estudo foi conduzido na Embrapa Hortaliças, Brasília, e os tratamentos consistiram da combinação de três tensões de água (15; 35 e 70 kPa) e três doses de N (20; 100 e 500 kg.ha<sup>-1</sup>). Maior desenvolvimento vegetativo, produtividade total e massa média de bulbos foram obtidos para tensões entre 15 e 19 kPa e doses de N entre 52 e 97 kg.ha<sup>-1</sup>. A produtividade comercial foi maximizada para a tensão de 15 kPa, sendo contudo reduzida linearmente com o aumento da dose de N. A porcentagem de bulbos pseudoperfilhados foi influenciada pela tensão de água, dose de N e pela interação dos fatores, tendo sido minimizada para a tensão de 70 kPa e 20 kg.ha<sup>-1</sup> de N. As porcentagens de bulbos chochos e de perda de massa entre 60 e 120 dias após a colheita aumentaram linearmente com as doses de N, mas não foram afetadas pela tensão. Assim, para maximizar a produtividade comercial de cultivares suscetíveis ao pseudoperfilhamento deve-se realizar a irrigação em regime de alta frequência, mesmo favorecendo maior porcentagem de pseudobulbos, e minimizar a aplicação de N.

**Palavras-chave:** *Allium sativum*, bulbo chocho, irrigação, nitrogênio, tensão de água no solo, pseudoperfilhamento.

### ABSTRACT

#### Production and quality of garlic crop under soil water regimes and nitrogen levels

The study was carried out at Embrapa Hortaliças, Brasília, Brazil, in order to evaluate the effects of three soil water tensions (15; 35 and 70 kPa) and three nitrogen (N) levels (20; 100 and 500 kg.ha<sup>-1</sup>) on yield and quality of garlic bulbs of a secondary growth susceptible cultivar. Greater vegetative growth, total yield and average bulb weight were obtained under tensions between 15 and 19 kPa and N levels between 52 and 97 kg.ha<sup>-1</sup>. The marketable yield was maximized for 15 kPa tension, and it was linearly reduced with increasing N levels. The percentage of bulbs with secondary growth was affected by the water tension, N and the interaction of both factors, with minimum value obtained for the combination of 70 kPa tension and 20 kg.ha<sup>-1</sup> of N. The percentages of dry bulbs and mass loss between 60 and 120 days after harvest increased linearly with N, however, they were not affected by water tension treatments. Hence, to maximize marketable yield of cvs. susceptible to secondary growth both high frequency irrigation regime is recommended, despite favoring secondary growth, and minimum N application.

**Keywords:** *Allium sativum*, dry bulb, irrigation, nitrogen, soil water tension, secondary growth.

(Aceito para publicação em 31 de janeiro de 2.002)

O alho é uma das hortaliças de maior relevância econômica e social no Brasil, sendo cultivada principalmente por pequenos agricultores. Nos últimos dez anos, a área média cultivada foi de 14,8 mil hectares, sendo cerca de 20% na região de cerrados I, principalmente nos estados de Goiás e Minas Gerais. No mesmo período, a produtividade média foi de

4,8 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2000).

O alho é cultivado na estação fria, por ser muito influenciado por fotoperíodo e temperatura, o que coincide com a época mais seca do ano nas regiões Sudeste e Centro Oeste. Assim, para suprir as necessidades hídricas da cultura e garantir a obtenção de produtividade elevada e de boa qualidade, a

irrigação é prática obrigatória nas principais regiões produtoras, especialmente em Minas Gerais e Goiás. Em Santa Catarina e Rio Grande do Sul é frequente a ocorrência de estiagens durante o ciclo da cultura, e muitos agricultores já utilizam a prática da irrigação a fim de possibilitar incrementos significativos de produtividade (Pola & Biasi,

1993). A aspersão é o principal método de irrigação utilizado no Brasil na cultura do alho, sendo o sistema convencional o mais empregado.

A água e o nitrogênio (N) são relacionados na literatura como os fatores que mais freqüentemente afetam o desempenho da cultura do alho. Irrigações deficitárias refletem diretamente na redução de produtividade, enquanto irrigações excessivas prejudicam a qualidade e a conservação de bulbos (Costa *et al.*, 1993; Melo & Oliveira, 1999). A tensão de água no solo normalmente recomendada para indicação do momento de irrigação na cultura do alho varia entre 13 e 50 kPa (Vasconcellos *et al.*, 1971; Klar *et al.*, 1972; Pola & Biasi, 1993).

A manutenção de níveis adequados de fertilidade no solo, especialmente N, também é fator decisivo para o bom desempenho da cultura do alho (Magalhães, 1986). Menezes Sobrinho (1997) recomenda que sejam aplicados 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N, sendo 50% no plantio e o restante entre 45 e 50 dias após. Trabalhos realizados em diferentes regiões do Brasil (Magalhães, 1986; Resende *et al.*, 1993) indicam resposta positiva da cultura para doses entre 50 e 100 kg.ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, Souza & Casali (1991) e Resende & Souza (2000) verificaram redução linear da produtividade comercial com o incremento das doses de N.

O pseudoperfilhamento é um distúrbio genético-fisiológico que deprecia a qualidade de bulbos e reduz sua capacidade de conservação. Tem sido associado, dentre outros fatores, a níveis elevados de N e de água no solo, especialmente no estágio final da cultura (Vasconcellos *et al.*, 1971; Souza & Casali, 1986; Costa *et al.*, 1993). Plantas que produzem pseudobulbos podem ser reconhecidas durante os estágios de crescimento, pela presença de brotações laterais que surgem entre a bainha das folhas normais (Souza & Casali, 1986). Outro problema fisiológico que reduz a conservação do alho é o chochamento. O aumento da ocorrência de bulbos chochos tem sido correlacionado, dentre outros fatores, com doses crescentes de N (Costa *et al.*, 1993).

Esse trabalho teve por objetivo avaliar, nas condições edafoclimáticas da região de cerrados do Brasil Central, a

influência de níveis crescentes de N e de água no solo sobre a produtividade e qualidade de bulbos de alho de uma cultivar suscetível ao pseudoperfilhamento, visando estabelecer estratégias para manejo de água e adubação nitrogenada.

## MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Hortaliças, em Brasília, de 1990 a 1992. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho, fase cerrado, textura argilosa (60% de argila; 34% de silte; 6% de areia) e retenção de água (% vol.), ajustada pela equação de van Genuchten (1980), no intervalo entre 5 e 1500 kPa:

$$\theta(h) = 25,4 + 14,8 / [1 + (0,0514 \times h)^{1,657}]^{0,397}$$

onde  $\theta$  é a umidade volumétrica do solo, em %, e  $h$  é a tensão de água no solo, em kPa. A análise química do solo, nos três anos de condução dos experimentos, revelou: pH = 5,7; P = 24,5 mg/dm<sup>-3</sup>; K = 200 mg/dm<sup>-3</sup>; Al = 0,05 cmolc/dm<sup>-3</sup>; Ca = 3,55 cmolc/dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,30 cmolc/dm<sup>-3</sup> e matéria orgânica = 28,5 g/dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental utilizado nos três anos foi de blocos casualizados, com quatro repetições e tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3. O primeiro fator correspondeu aos regimes de água no solo estabelecidos em função das tensões máximas de 15; 35 e 70 kPa (2,18; 2,55 e 2,85 pF), e o segundo às doses de 20; 100 e 500 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

A cultivar "Jurêia", que apresenta folhas estreitas, bulbo branco e ciclo médio de 130 dias, foi utilizada por ser altamente suscetível ao pseudoperfilhamento (Souza & Casali, 1986; Costa *et al.*, 1993). Os plantios foram realizados na primeira quinzena de abril, no espaçamento de 0,20 m entre linhas e 0,10 m entre bulbilhos. Cada unidade experimental teve área útil de 4,8 m<sup>2</sup>, localizada dentro de uma área de plantio contínuo.

A adubação de plantio foi feita na proporção de 2.000 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 300 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 150 kg.ha<sup>-1</sup> de sul-

fato de magnésio, 15 kg.ha<sup>-1</sup> de bórax e 20 kg.ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco. Adicionalmente foram realizadas quatro aplicações foliares (400 L.ha<sup>-1</sup> cada) com solução de 20 g.L<sup>-1</sup> de cloreto de cálcio e de 15 g.L<sup>-1</sup> sulfato de magnésio. O nitrogênio foi aplicado em cinco parcelas iguais, uma no plantio e as restantes com freqüência de 20 dias. A fonte de N no primeiro ano foi o nitrato de sódio, enquanto nos demais utilizou-se a uréia, por apresentar mais baixo custo e conter somente N em sua formulação.

O sistema de irrigação utilizado foi de microaspersão. Nos primeiros 20 dias após o plantio, todos os tratamentos receberam uma lâmina líquida de água de 4,5 mm a cada dois dias para possibilitar uma emergência uniforme das plantas. A partir daí, o manejo de água foi realizado com auxílio de tensiômetros instalados a 0,10 m de profundidade até o início da diferenciação de bulbilhos, e a 0,15 cm a partir daí. A quantidade de água aplicada foi aquela necessária para que o solo retornasse à capacidade de campo na camada correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular. As irrigações foram paralisadas entre 10 e 15 dias antes da colheita.

Após a colheita as plantas permaneceram no campo durante 2 a 3 dias, sendo depois armazenadas em galpão ventilado para completar o processo de cura. O corte das ramas e a toaleta de bulbos foi realizada aos 60 dias após a colheita (Menezes Sobrinho, 1997).

Foram avaliadas a massa seca da parte aérea, produtividade total, massa média de bulbos, produtividade comercial, produtividade de bulbos com diâmetro acima de 47 mm (classes 6 e 7), porcentagem de bulbos pseudoperfilhados e de chochos aos 60 dias após a colheita, e porcentagem de perda de massa de bulbos entre 60 a 120 dias e 120 a 180 dias após a colheita. A classificação foi realizada conforme Portaria Nº 242/92, do Ministério da Agricultura. A produtividade comercial incluiu bulbos com diâmetro acima de 32 mm, sem pseudoperfilhamento, chochamento ou danos causados por pragas e doenças. À produtividade total incluiu-se bulbos com diâmetro menor que 32 mm e os com pseudoperfilhamento. A massa média de

**Tabela 1.** Funções de resposta de produção e qualidade de bulbos de alho para tensões de água no solo entre 2,18 e 2,85 pF e doses de nitrogênio entre 20 e 500 kg.ha<sup>-1</sup>. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1990 a 1992.

Variável	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
Massa seca da parte aérea (t ha <sup>-1</sup> )	$Y = 0,957 - 0,760T + 2,433\text{Log}(N) - 0,613[\text{Log}(N)]^2$	0,74
Produtividade total (t ha <sup>-1</sup> )	$Y = -34,238 + 30,750T - 6,710T^2 + 8,125\text{Log}(N) - 2,251[\text{Log}(N)]^2$	0,97
Produtividade comercial (t ha <sup>-1</sup> )	$Y = 9,332 - 1,730T - 0,861\text{Log}(N)$	0,86
Bulbos pseudoperfilhados (%*)	$Y = -36,6 - 10,0T + 113,0\text{Log}(N) - 23,8[\text{Log}(N)]^2 - 5,2T \times \text{Log}(N)$	0,91
Massa média de bulbo (g)	$Y = -56,8 + 56,9T - 12,7T^2 + 14,1\text{Log}(N) - 4,1[\text{Log}(N)]^2$	0,92
Bulbos chochos (%*)	$Y = -6,5 + 5,6\text{Log}(N)$	0,73
Perda de massa 60-120 dias (%*)	$Y = 3,2 + 2,4\text{Log}(N)$	0,66

Y, T, N: Variável dependente, tensão de água no solo e dose de nitrogênio, respectivamente.

\* Porcentagens com base em número.

bulbos foi determinada considerando bulbos de todos os tamanhos, excluindo-se os pseudoperfilhados e chochos. A porcentagem de perda de massa foi avaliada somente em relação aos bulbos comerciais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os fatores significativos analisados com regressão linear pelo método de polinômios ortogonais. Para que os níveis dos fatores independentes fossem semelhantemente espaçados, os níveis de tensão de água no solo foram expressos na unidade pF<sup>1</sup>, enquanto que as doses de N foram transformadas em logaritmo na base 10.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número total de irrigações realizadas variou em média de 22 a 64, enquanto que a lâmina líquida de água aplicada variou de 234 a 293 mm para as tensões de água no solo de 70 e 15 kPa, respectivamente. O uso médio de água pela cultura para a dose de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N foi 11% maior que para a de 20 kg.ha<sup>-1</sup> e 18% maior que a de 500 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo devido ao maior desenvolvimento vegetativo das plantas. A precipitação efetiva média ocorrida durante o período de condução dos experimentos foi de 63,4 mm. O ciclo da cultura foi pouco afetado pelos tratamentos, tendo sido em média de 132 dias. Semelhantemente, Vasconcellos *et al.* (1971) também não observaram re-

dução significativa no ciclo do alho para tensões máximas de água no solo abaixo de 100 kPa e tratamentos com e sem adubação nitrogenada.

O comportamento relativo de todas as variáveis avaliadas não variou ( $p > 0,05$ ) de ano para ano ou em função da fonte de N, nitrato de sódio ou uréia, permitindo a análise conjunta dos dados. Com exceção da porcentagem de pseudobulbos, não houve interação significativa entre os fatores regime de água e dose de N, o que vai de encontro aos resultados auferidos por Vasconcellos *et al.* (1971) e Costa *et al.* (1993). Na Tabela 1 são apresentadas as equações de regressão ajustadas para as variáveis que apresentaram correlação significativa com os fatores estudados.

As amplitudes das médias observadas em função dos tratamentos variou de 0,842 a 1,640 t ha<sup>-1</sup> para a massa seca da parte aérea; de 4,388 a 8,060 t ha<sup>-1</sup> para a produtividade total; de 1,975 a 4,589 t ha<sup>-1</sup> para a produtividade comercial; de 11,7 a 20,1 g para a massa média de bulbos; de 21,1 a 49,8% para o pseudoperfilhamento; de 0,5 a 11,4% para bulbos chochos; e de 5,1 a 11,1% para a perda de massa de bulbos entre 60 a 120 dias após a colheita.

As menores produtividades obtidas, em relação à média nacional (4,8 t ha<sup>-1</sup>), deveu-se ao fato da cultivar utilizada não apresentar alto potencial produtivo e ser altamente suscetível ao pseudoperfilhamento (Menezes Sobrinho, 1997).

O desenvolvimento vegetativo da cultura, avaliado pela massa seca da parte aérea, apresentou correlação linear negativa com as tensões de água no solo e quadrática com as doses de N (Tabela 1). O maior desenvolvimento ocorreu para a tensão máxima de 2,18 pF (15 kPa) e dose de 97 kg.ha<sup>-1</sup> de N. A produtividade total de bulbos apresentou correlação quadrática, tanto para as tensões quanto para as doses de N (Tabela 1), com maior produtividade ocorrendo para a tensão de 2,29 pF (19 kPa) e dose de 64 kg.ha<sup>-1</sup> de N. Este resultado é coerente com estudos realizados para outras regiões brasileiras que relatam resposta ótima da cultura para doses de N entre 50 e 100 kg.ha<sup>-1</sup> (Magalhães, 1986).

A produtividade comercial foi reduzida linearmente com o incremento da tensão e da dose de N (Tabela 1). Portanto, maior produtividade foi obtida para a tensão de 2,18 pF (15 kPa), que é muito menor que a tensão de 50 kPa recomendada por Vasconcellos *et al.* (1971) e Klar *et al.* (1972). O presente resultado, todavia, vem suportar o estudo realizado por Pola & Biasi (1993), no qual verificaram que a faixa de tensão ótima para a cultura do alho está entre 13 e 27 kPa. Diferenças de resposta podem ser devido a variações de retenção de água do solo, demanda evaporativa da atmosfera e das cultivares utilizadas nos diferentes estudos (Ahuja & Nielsen, 1990).

<sup>1</sup> pF é definida como o logaritmo da tensão expressa em centímetros de H<sub>2</sub>O (Reeve & Carter, 1991).

A produtividade de bulbos comerciais com diâmetro acima de 47 mm (média de 0,382 t ha<sup>-1</sup>) não foi afetada significativamente ( $p > 0,05$ ) pelas tensões de água no solo ou doses de N estudadas.

Diferentemente do observado para produtividade total, a dose de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N foi a que permitiu maior produtividade comercial. Embora a maioria dos estudos indiquem incrementos significativos de produtividade comercial para doses de N entre 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> (Magalhães, 1986; Resende *et al.*, 1993), outros indicam, semelhantemente ao observado no presente estudo, efeito linear decrescente (Souza & Casali, 1991; Resende & Souza, 2000). Estas divergências, que podem ser atribuídas em parte às variações edafoclimáticas e de manejo, as quais afetam a dinâmica do nitrogênio no solo, são devidas principalmente às diferenças entre cultivares utilizadas nos diferentes estudos (Magalhães, 1986; Costa *et al.*, 1993).

A redução da produtividade comercial deveu-se principalmente à alta incidência de pseudobulbos, que foi influenciada de forma linear e negativa pela tensão de água no solo, de forma quadrática pela dose de N e pela interação dos fatores (Tabela 1). Menor porcentagem de pseudoperfilhamento foi observada para a tensão de 2,85 pF (70 kPa) e dose de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N. Por outro lado, a maior incidência esteve associada com doses de N entre 116 e 137 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para tensões de 2,85 e 2,18 pF (70 e 15 kPa).

Utilizando cultivares suscetíveis, Pola & Biasi (1993) também observaram redução linear significativa de pseudoperfilhamento de bulbos em plantas submetidas a diferentes tensões de água no solo, diferentemente de Costa *et al.* (1993) que não verificaram efeito significativo da irrigação. Costa *et al.* (1993), todavia, verificaram que o pseudoperfilhamento foi afetado de forma quadrática pela dose de N e pela interação entre N e irrigação. Já Souza & Casali (1991) e Resende & Souza (2000) observaram correlação linear positiva com a dose de N.

A massa média de bulbos sem pseudoperfilhamento apresentou respos-

ta quadrática aos fatores avaliados, semelhantemente ao observado para produtividade total e pseudoperfilhamento, tendo sido maximizada para a tensão de 2,24 pF (17 kPa) e 52 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 1). O incremento no tamanho de bulbo para doses de N até 52 kg ha<sup>-1</sup> não refletiu em aumento de produtividade comercial em razão da porcentagem de bulbos pseudoperfilhados ter aumentado numa taxa muito maior.

As porcentagens de bulbos chochos e de perda de massa de bulbos entre 60 e 120 dias após a colheita aumentaram linearmente com a dose de N aplicada, não apresentando, contudo, correlações significativas com a tensão de água no solo (Tabela 1). Já a porcentagem de perda de massa entre 120 e 180 dias após a colheita (média de 4,0%) não foi afetada pela tensão de água ou dose de N. Tendência semelhante também foi relatada por Costa *et al.* (1993) que observaram incremento de bulbos chochos (de 35 para 51%) para doses de N entre 0 e 120 kg ha<sup>-1</sup>. A maior incidência de bulbos chochos encontrada por Costa *et al.* (1993) pode ter sido devido a problemas de deficiência de micronutrientes e/ou ao processo de cura dos bulbos (Magalhães, 1986; Menezes Sobrinho, 1997). Marouelli *et al.* (2001), avaliando diferentes regimes de água no solo, também não verificaram efeito significativo da irrigação sobre a incidência de bulbos chochos e a perda de massa de bulbos durante o armazenamento, no período entre 60 e 120 dias após a colheita.

Apesar da importância do N no desenvolvimento vegetativo das plantas e produtividade de bulbos de alho, doses elevadas podem provocar alta incidência de pseudoperfilhamento e menor conservação de bulbos, reduzindo a produtividade comercial. Assim, para cultivares suscetíveis ao pseudoperfilhamento, deve-se minimizar a aplicação de N.

## LITERATURA CITADA

AHUJA, L.R.; NIELSEN, D.R. *Field soil-water relations*. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. *Irrigation of agricultural crops*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1990. p. 143-190

COSTA, T.M.P.; SOUZA, R.J.; SILVA, A.M. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L. cv. Juréia). *Ciência e Prática*, v. 17, n. 3, p. 239-246, 1993.

IBGE. Produção agrícola. Disponível: site SIDRA Sistema IBGE de recuperação automática. <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Consultado em 14 dez. 2000.

KLAR, A.; SCALOPI, E.J.; VASCONCELOS, E.F.C. Potenciais de umidade do solo e nitrogênio em cobertura afetando uma cultura de alho (*Allium sativum*, L. var. "Lavinia"). *Ciência e Cultura*, v. 24, n. 11, p. 1045-1049, 1972.

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

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Resposta da cultura do alho submetida à diferentes regimes de água no solo em dois estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. [Anais]. Foz do Iguaçu: SBEA-UNIOESTE, 2001. CD-Rom.

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

MENEZES SOBRINHO, J.A. ed. *Cultivo do alho (Allium sativum)*. 3.ed. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 23 p. (Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 2).

POLA, A.C.; BIASI, J. Primeiros resultados experimentais de irrigação na cultura do alho em Caçador, SC. *Agropecuária Catarinense*, v. 6, n. 2, p. 18-20, 1993.

REEVE, M.J.; CARTER, A.D. *Water release characteristic*. In: SMITH, K.A.; MULLINS, C.E. *Soil analysis: physical methods*. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 111-160

RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais do alho. *Horticultura Brasileira*, v. 18, p. 759-760, 2000. Suplemento.

RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J.; LUNKES, J.A. Influência do nitrogênio e paclobutrazol em alho cv. Quitéria. *Horticultura Brasileira*, v. 11, n. 2, p. 126-128, 1993.

SOUZA, R.J.; CASALI, V.W.D. Efeitos do nitrogênio e potássio nas características comerciais do alho (*Allium sativum*, L.). *Ciência e Prática*, v. 15, n.3, p. 276-281, 1991.

SOUZA, R.J.; CASALI, V.W.D. Pseudoperfilhamento – Uma anomalia genético-fisiológica em alho. *Informe Agropecuário*, v. 12, n. 142, p. 36-41, 1986.

van GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society American Journal*, v. 50, p. 288-291, 1980.

VASCONCELLOS, E.F.C.; SCALOPI, E.J.; KLAR, A. A influência da irrigação e adubação nitrogenada na precocidade e "superbrotamento" da cultura do alho (*Allium sativum*, L.). *O Solo*, v. 63, n. 2, p. 15-19, 1971.