

Rendimento da cultura da cebola submetida a níveis de água e nitrogênio por gotejamento

Onion crop yield submitted to water and nitrogen levels by drip system

Renato Carvalho Vilas Boas^{1*}; Janice Guedes de Carvalho²; Geraldo Magela Pereira²; Rovilson José de Souza²; Gustavo Boscolo Nogueira da Gama³; Henrique Hudari Garcia³; Rodrigo Soares Ambrósio de Araujo³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de água e nitrogênio (N), fornecidos por gotejamento, no rendimento e na eficiência no uso da água da cultura da cebola (*Allium cepa* L.). O experimento foi realizado na área experimental do DEG/UFLA no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Os tratamentos constituíram de quatro lâminas de irrigação, baseadas na evaporação do tanque Classe A (50, 100, 150 e 200% da ECA), e quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) fornecidas via água de irrigação (fertirrigação). Concluiu-se que maiores produtividades (total de bulbos e de bulbos comerciais) e maior massa média de bulbos comerciais foram obtidas com a aplicação da lâmina de irrigação de 512,7 mm (100% da ECA) e com a dose de 180 kg ha⁻¹ de N. A eficiência no uso da água reduziu, linearmente, em virtude do acréscimo das lâminas de irrigação e do decréscimo das doses de N.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., irrigação localizada, adubação nitrogenada, nutrição mineral

Abstract

The aim this work was evaluate the effects of water and nitrogen (N) levels, supplied by drip system, on yield and water use efficiency of onion crop (*Allium cepa* L.). The experiment was carried at the experimental area of DEG/UFLA, in a randomized block statistical design was used, in a factorial scheme 4 x 4, with three replicates. Four irrigation depths based on Class A evaporation tanks (50, 100, 150 and 200%) and four N doses (0, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹) were supplied through irrigation water (fertigation). It can be concluded that higher yields (total bulbs and of marketable bulbs) and higher average marketable bulbs mass were obtained with the irrigation depth of 512.7 mm (100% Class A) and 180 kg ha⁻¹ of N. Water use efficiency decreased linearly as irrigation depths increased and N rate decreased.

Key words: *Allium cepa* L., trickle irrigation, nitrogen fertilization, mineral nutrition

¹ Pesquisador, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, MG. E-mail: renatovilasboas@yahoo.com.br

² Profs. da UFLA, Lavras, MG. E-mail: janicegc@dcs.ufla.br; geraldop@deg.ufla.br; rovilson@dag.ufla.br

³ Discentes da UFLA, Lavras, MG. E-mail: gustavobndg@gmail.com; henrique_garcia_9@hotmail.com; rodrigoadearaujo@hotmail.com

* Autor para correspondência

Introdução

A cebola ocupa, entre as hortaliças cultivadas, a terceira posição em importância econômica no Brasil, ficando atrás, apenas, da batata e do tomate (GONÇALVES; WORDELL FILHO; KURTZ, 2009). Em 2011 a produtividade média nacional, de acordo com o IBGE (2012) foi de 23.278 kg ha⁻¹. Para a obtenção de boas produtividades, as hortaliças exigem técnicas de produção adequadas destacando-se, o emprego da irrigação e de fertilizantes. A fertilização constitui uma das práticas agrícolas mais caras, porém, de maior retorno econômico, resultando em maiores rendimentos e em produtos mais uniformes e de maior valor comercial (RICCI et al., 1995).

Quanto à capacidade de resposta da cultura da cebola as doses de nitrogênio, diversos autores relatam que este nutriente contribui, decisivamente, para o aumento da produtividade de bulbos (RESENDE; COSTA; PINTO, 2008). Com a técnica da fertirrigação é possível manter a disponibilidade de água e de nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e a produtividade das culturas. Segundo Shock, Feibert e Saunders (2000), com o sistema de gotejamento, ganhos significativos podem ser alcançados, devido a capacidade de manter a umidade e a fertilidade do solo, relativamente, constante e próxima ao ótimo requerido pelas culturas, sem provocar problemas de aeração.

Entretanto, para a fertirrigação ser eficiente, é necessário um equilíbrio entre a quantidade de nutrientes e de água a ser aplicada durante cada fase do ciclo da cultura, o que determina a concentração de fertilizantes na água de irrigação. Esta concentração deve ser suficiente para proporcionar a absorção dos nutrientes nas quantidades requeridas pelas plantas, sem causar o acúmulo de fertilizantes no solo, o que poderia resultar em salinização e, conseqüentemente, na redução da produtividade. Assim, é necessário que se conheça a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação, a qual

pode ser determinada pelo uso de tensiômetros ou estimada a partir da lâmina de água evaporada do tanque Classe A (BLANCO; FOLEGATTI, 2002).

Trabalhos sobre a irrigação da cultura da cebola evidenciam que a produtividade de bulbos é altamente dependente da quantidade de água aplicada (SANTA OLALLA; VALERO; CORTES, 1994; ABU AWWAD, 1996; SAHA et al., 1997; KORIEM; EL-KOLIEY; EL-SHEEKH, 1999; SHOCK; FEIBERT; SAUNDERS, 2000; KIPKORIR; RAES; MASSAWE, 2002; VILAS BOAS et al., 2011, 2012). Entretanto, em poucos estudos são analisados critérios de manejo da irrigação por gotejamento nesta cultura (SHOCK; FEIBERT; SAUNDERS, 2000; SANTA OLALLA; DOMINGUEZ-PADILLA; LOPEZ, 2004; VILAS BOAS et al., 2011, 2012).

Kumar et al. (2007), estudando os efeitos de níveis de irrigação baseados na evaporação do tanque Classe A (ECA) (0,60; 0,80; 1,00 e 1,20) com irrigação por microaspersão em cebola, encontraram incrementos na produtividade de bulbos com o aumento das lâminas de água, alcançado valores médios de 33.630 e 34.400 kg ha⁻¹ com a aplicação de 467,8 e 451,3 mm, respectivamente.

O fato relevante de se determinar uma dose de nutriente adequada às culturas relaciona-se às perdas por volatilização e lixiviação que ocorrem com N e potássio (K), que segundo Vidigal, Pereira e Pacheco (2002) e Pôrto et al. (2006, 2007) são os mais absorvidos em termos de porcentagem na matéria seca da cebola.

Com relação à capacidade de resposta da cultura da cebola à adubação nitrogenada, Singh e Sharma (1991) obtiveram aumento no diâmetro do bulbo e na produtividade com o incremento das doses até 80 kg ha⁻¹ de N, não havendo diferenças significativas da dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Faria e Pereira (1992) verificaram nas condições do Vale do São Francisco, que o nível econômico de N para produtividade na cultura da cebola é de 115 kg ha⁻¹. Vachchani e Patel (1996) obtiveram aumento na altura das plantas,

número de folhas por planta, massa e tamanho do bulbo e na produtividade ao aplicarem 150 kg ha⁻¹ de N na cultura da cebola, porém, não detectaram diferenças significativas na dose de 100 kg ha⁻¹ de N, para a massa do bulbo e a produtividade.

O aumento na produção da cultura da cebola com aplicações de doses de N tem sido descrito por diversos autores (DIXIT, 1997; HUSSAINI; AMANS; RAMALAN, 2000; SINGH; JAIN; POONIA, 2000; NEERAJA et al., 2001; DIAZ-PEREZ; PURVIS; PAULK, 2003; BOYHAN; TORRANCE; HILL, 2007; RESENDE; COSTA, 2008; RESENDE; COSTA; PINTO, 2009), sendo as respostas significativas ao N, obtidas nas mais diferentes dosagens, desde a dose de 80 até 480 kg ha⁻¹ de N (SOUZA; RESENDE, 2002). Entretanto, em outros trabalhos não foram encontradas respostas positivas à aplicação de nitrogênio (HENSEL; SHUMAKER, 1991; PATEL; PATEL; SADARIA, 1992; BATAL et al., 1994).

No Brasil, estudos referentes à produção de cebola irrigada por gotejamento ainda são escassos (VILAS BOAS et al., 2012). Devido à carência de informações a respeito da produção de cebola irrigada por gotejamento, tanto no aspecto do manejo adequado da irrigação quanto em relação à reposição de nutrientes ao solo via água de irrigação (fertirrigação), é grande a necessidade de desenvolvimento de pesquisas com o intuito de dar suporte ao emprego dessas tecnologias de produção.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de água e N fornecidos por gotejamento, no rendimento e na eficiência no uso da água da cultura da cebola.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de maio a setembro de 2011, em canteiros construídos a céu aberto, na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (DEG/UFLA) no município de Lavras, região sul de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas: 21° 14' LS, 45° 00' LW e 918,8 m de altitude.

De acordo com a classificação climática de Köppen (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007), o clima na região é Cwa, ou seja, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e superior a 3°C e o verão apresenta temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (22,1°C em fevereiro). O município de Lavras apresenta temperatura do ar média anual de 19,4°C, umidade relativa do ar média de 76,2% e tem uma precipitação média anual de 1.529,7 mm, bem como uma evaporação média anual de 1.034,3 mm (BRASIL, 1992).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999), textura argilosa, sendo os atributos químicos na camada de 0 a 0,30 m apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo utilizado no experimento.

| pH | M.O. H ₂ O | P | K | S | Zn | Fe | Mn | Cu | B | V | Ca | Mg | Al | H+Al |
|-----|--------------------------|-----|------|------|---------------------|------|------|-----|-----|------|-----|------------------------------------|-----|------|
| | dag kg ⁻¹ | | | | mg dm ⁻³ | | | | | % | | cmol _c dm ⁻³ | | |
| 6,2 | 3,0 | 9,2 | 56,0 | 69,1 | 5,9 | 29,8 | 48,1 | 5,0 | 0,3 | 65,7 | 3,7 | 0,6 | 0,1 | 2,3 |

Fonte: Elaboração dos autores.

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4 x 4, sendo utilizados 16 tratamentos e três repetições. Os tratamentos constituíram-se de quatro lâminas de irrigação, baseadas na evaporação do tanque Classe A (ECA) (L1 = 50% da ECA; L2 = 100% da ECA; L3 = 150% da ECA e L4 = 200% da ECA), e quatro doses de N, fundamentadas na recomendação de Fontes (1999) correspondentes a 0% (N0 = 0 kg ha⁻¹ de N), 50% (N1 = 60 kg ha⁻¹ de N), 100% (N2 = 120 kg ha⁻¹ de N) e 150% (N3 = 180 kg ha⁻¹ de N), fornecidas via água de irrigação.

As parcelas experimentais tiveram dimensões de 1,20 m de largura por 1,40 m de comprimento (1,68 m²). Foram utilizadas quatro linhas de plantas espaçadas de 0,20 m entre si e 0,10 m entre plantas, totalizando 56 plantas por parcela. Foram consideradas como úteis as plantas das linhas centrais e descartadas, nestas linhas, duas plantas no início e duas no final (parcela útil com 20 plantas).

Na diferenciação dos tratamentos, utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento. Os emissores autocompensantes foram do tipo in-line, ou seja, emissores inseridos no tubo, durante o processo de extrusão, modelo NAAN PC com vazão nominal de 1,6 L h⁻¹ e distanciados entre si a 0,30 m. O tubogotejador (DN 16 mm) ficou posicionado na parcela de forma a atender duas fileiras de plantas, trabalhando com pressão de serviço de 140 kPa.

As linhas laterais foram conectadas às linhas de derivação de polietileno (PEBD DN 16 mm) as quais foram conectadas às linhas principais (PVC DN 35 mm; PN 40), que tinham no seu início, válvulas de comando elétrico (solenóides) localizadas na saída do cabeçal de controle. A instalação, leitura e manejo do tanque Classe A foram realizados conforme recomendações de Volpe e Churata-Masca (1988) e Bernardo, Soares e Mantovani (2005).

A lâmina de água foi aplicada com uma frequência de três dias, conforme recomendado por Vilas Boas et al. (2011), sendo calculada considerando-se a porcentagem da evaporação (K) medida no período

previsto entre duas irrigações (três dias), de acordo com cada tratamento, e a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação, conforme a Equação 1. Considerou-se a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação igual a 90%.

$$LI = \frac{ECA.K}{E_a} \quad (1)$$

em que:

LI – lâmina de irrigação a ser aplicada em cada tratamento (mm);

ECA – evaporação do tanque Classe A medida no período (mm);

K – fração da evaporação de cada tratamento (0,50; 1,00; 1,50 ou 2,00);

E_a – eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,90).

As diferentes lâminas de irrigação, para cada tratamento, foram obtidas mediante diferentes tempos de funcionamento das linhas de gotejadores. Esse tempo foi obtido a partir da vazão média dos gotejadores, do espaçamento entre plantas e entre linhas de plantas, conforme apresentado na Equação 2.

$$TI = \frac{LI.Sp.Slp}{e.q} \quad (2)$$

em que:

TI – tempo de irrigação para cada tratamento (h);

LI – lâmina de irrigação a ser aplicada no tratamento (mm);

Sp – espaçamento entre plantas (0,10 m);

Slp – espaçamento entre linhas de plantas (0,20 m);

e – número de emissores por planta (0,18);

q – vazão média dos gotejadores (1,62 L h⁻¹).

Foi utilizada a cultivar híbrida de cebola 'Bella Vista' de ciclo precoce. As mudas foram obtidas por semeadura em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, utilizando-se substrato comercial. Após semeio, as bandejas foram levadas para o interior da casa de vegetação com sombrite e irrigação por nebulização automatizada, onde permaneceram até as mudas serem transplantadas ao solo.

Após o transplante, feito aos 49 dias após a semeadura, a irrigação foi realizada por microaspersão com o tape SANTENO®. Este sistema foi usado até 14 dias após o transplante (DAT), período este necessário para o pegamento das mudas, no campo. Após este período, a cultura foi irrigada por gotejamento. Suspendeu-se a irrigação da cultura 17 dias antes da colheita, conforme a recomendação de Marouelli, Silva e Silva (2001). Desde o transplante até o início da diferenciação dos tratamentos (14 DAT), foram feitas irrigações de 6,0 mm a cada dois dias, totalizando uma lâmina de 42,0 mm durante este período.

A adubação de plantio foi realizada, com base na análise de solo (Tabela 1) e nas recomendações do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (1996). Para esse procedimento foram aplicados 1.500 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (18% de P₂O₅), 60 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl – 60% de K₂O), 10 kg ha⁻¹ de bórax (Na₂B₄O₇·x10H₂O) e 10 t ha⁻¹ de fertilizante orgânico PROVASO®.

As adubações de cobertura com KCl foram feitas, manualmente, em duas aplicações de 70 kg ha⁻¹ cada, aos 30 e 45 DAT, de acordo com as recomendações de Ferreira (2000). As adubações de cobertura com uréia (45% de N) foram realizadas, via água de irrigação, conforme a quantidade pré-estabelecida para cada tratamento, em 10 aplicações de 10% cada, com frequência de seis dias, sendo a primeira realizada aos 20 DAT. Foi utilizada para a

realização das fertirrigações uma bomba de injeção de fertilizantes (marca AMIAD, modelo TMB WP – 10), com capacidade máxima de injeção de 60 L h⁻¹ de solução.

A colheita foi realizada quando mais de 60% das plantas se encontravam com o pseudocaule completamente prostrado sobre o solo, aos 127 DAT (VIDIGAL et al., 2010). As plantas foram arrancadas manualmente e mantidas ao sol durante três dias; em seguida, 12 dias à sombra em galpão ventilado, para o período de cura. Encerrada a cura, fez-se a toaleta, com a eliminação da parte aérea e das raízes, procedendo-se, a seguir, à avaliação das seguintes características: produtividade total de bulbos, produtividade de bulbos comerciais, massa média de bulbos comerciais e eficiência no uso da água.

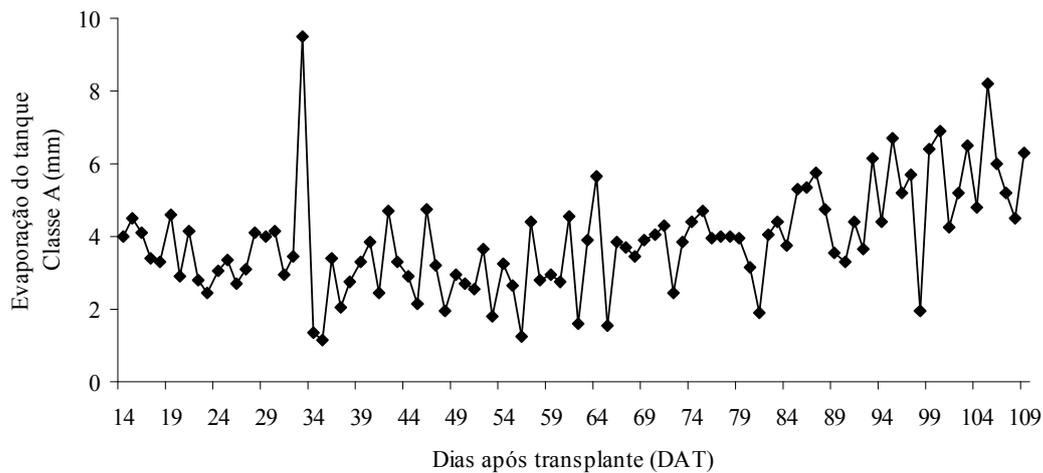
Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, com a realização do teste F, e análise de regressão polinomial a 5 e 1% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006), com o auxílio do aplicativo computacional Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

No período de condução do experimento a temperatura média diária foi de 17,9°C. O valor médio diário de temperatura, encontrado neste estudo, está de acordo com Souza e Resende (2002), ao relatarem que as temperaturas críticas de interferência no desenvolvimento da cultura da cebola se situam abaixo de 10°C e acima de 32°C.

A evaporação do tanque Classe A, medida diariamente entre as 8 e 9 horas, durante o período de condução do experimento e aplicação dos tratamentos, está apresentada na Figura 1. A evaporação máxima diária foi de 9,5 mm, a mínima de 1,1 mm e a média resultou em 3,9 mm.

Figura 1. Evaporação diária do tanque Classe A, ocorrida durante o período de diferenciação dos tratamentos.

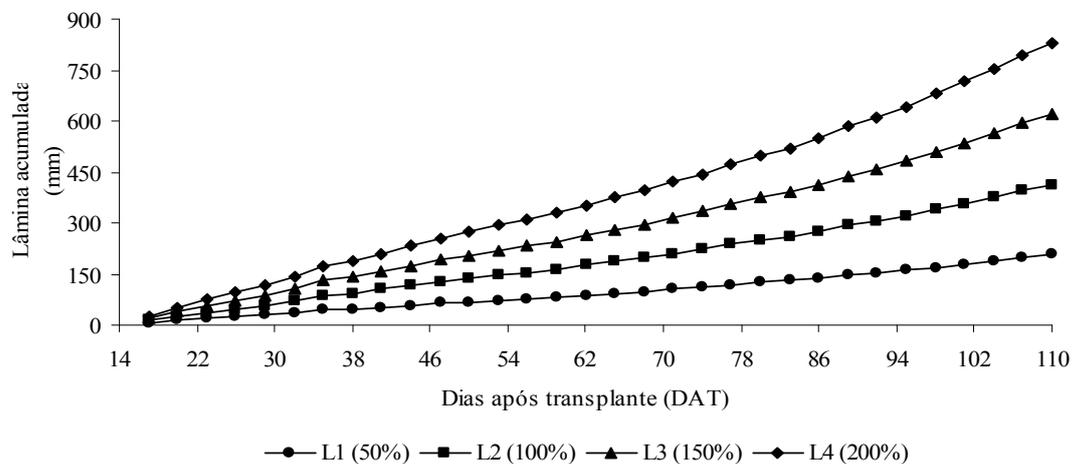


Fonte: Elaboração dos autores.

As lâminas de irrigação acumuladas aplicadas em cada tratamento se encontram na Figura 2. Observa-se, na fase inicial do experimento, pequena diferenciação entre as lâminas de irrigação; esta diferença foi acentuando-se durante o experimento e, no momento da suspensão da irrigação da cultura, aos 110 DAT, as lâminas de irrigação aplicadas após a diferenciação foram de 207,1, 414,3, 621,4

e 828,5 mm nos tratamentos L1, L2, L3 e L4, respectivamente. A lâmina aplicada no tratamento L4 foi quatro vezes superior à lâmina aplicada no tratamento L1, evidenciando ter ocorrido uma ampla variação no teor de água no solo, para o desenvolvimento da cebola. Comportamento semelhante também foi obtido por Lima Júnior et al. (2010).

Figura 2. Lâminas de irrigação acumuladas aplicadas nos tratamentos L1 (50%), L2 (100%), L3 (150%) e L4 (200%), ao longo do ciclo da cultura da cebola.



Fonte: Elaboração dos autores.

Salienta-se que nessas lâminas de irrigação por tratamento não estão computados os 42,0 mm, que foram fornecidos durante a fase de estabelecimento da cultura (pegamento das mudas no campo) e, também, a precipitação pluviométrica de 56,4 mm, ocorrida durante o período de condução do experimento.

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), verificam-se efeitos significativos a 1% de probabilidade, tanto para a produtividade total de bulbos quanto para a produtividade de bulbos comerciais, com relação aos fatores lâminas de irrigação e doses de N. Entre a interação dos fatores, não foram detectadas diferenças significativas, para estas características estudadas.

Tabela 2. Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade total de bulbos (PTB) e produtividade de bulbos comerciais (PBC) de cebola sob diferentes lâminas totais de irrigação e doses de nitrogênio.

| Fontes de variação | Graus de Liberdade | Quadrados médios | |
|---------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | PTB (kg ha ⁻¹) | PBC (kg ha ⁻¹) |
| Bloco | 2 | 3048058310,45** | 2836394300,14** |
| Lâmina | 3 | 1378265280,31** | 1281811600,87** |
| Nitrogênio | 3 | 2448886280,22** | 2609488140,56** |
| Lâmina x Nitrogênio | 9 | 250739851,29 ^{ns} | 264498472,66 ^{ns} |
| Resíduo | 30 | 212697932,28 | 220290690,09 |
| Média Geral | - | 64167,58 | 63142,16 |
| C. V. (%) | - | 22,73 | 23,51 |
| Lâmina | (3) | 1378265280,31** | 1281811600,87** |
| Linear | 1 | 1683895136,06** | 1663718978,39** |
| Quadrática | 1 | 2274859106,99** | 2083810785,33** |
| Desvio | 1 | 176041584,59 ^{ns} | 97905045,60 ^{ns} |
| Nitrogênio | (3) | 2448886280,22** | 2609488140,56** |
| Linear | 1 | 7207164480,59** | 7610634375,00** |
| Quadrática | 1 | 16049907,00 ^{ns} | 21264056,33 ^{ns} |
| Desvio | 1 | 123444464,06 ^{ns} | 196566000,00 ^{ns} |

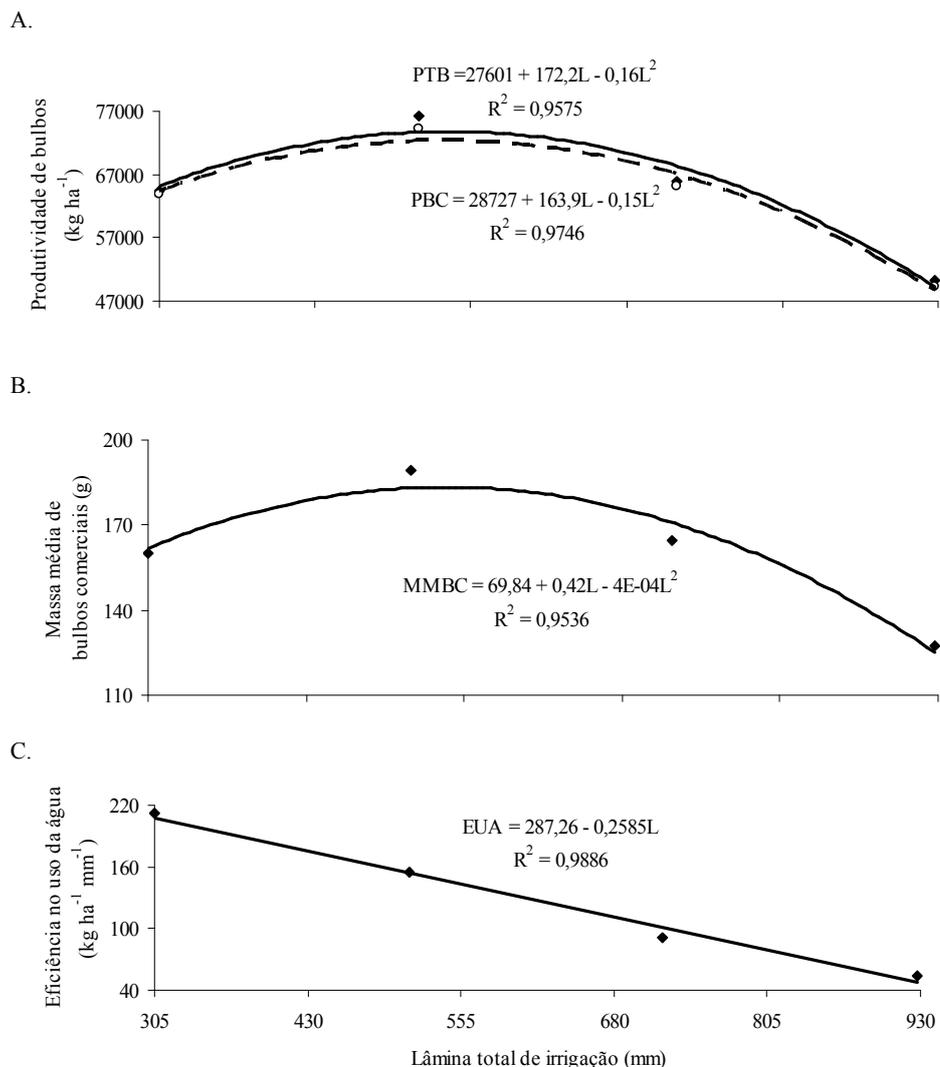
^{ns} – não significativo pelo teste F e ** – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados de produtividade total de bulbos e de produtividade de bulbos comerciais mostraram respostas quadráticas (Figura 3A) com nível de significância de 1% (Tabela 2), indicando haver um acréscimo na produtividade total de bulbos e na produtividade de bulbos comerciais, à medida que se aumentaram as lâminas de irrigação aplicadas até os valores de 536,4 e 533,4 mm que corresponderam a 104,6 e 104,0% de reposição de água, resultando em valores máximos estimados, para estas características, de 73.784 e 72.428 kg ha⁻¹, respectivamente.

Kumar et al. (2007) ao estudarem os efeitos de quatro níveis de irrigação, baseados na evaporação do tanque Classe A (ECA) (0,60; 0,80; 1,00 e 1,20) e utilizando irrigação por microaspersão em cebola, cultivar ‘Agrifound Light Red’, em Abohar na Índia, também encontraram incrementos na produtividade de bulbos com o aumento das lâminas de água aplicadas, alcançado valores médios de 33.630 e 34.400 kg ha⁻¹ com a aplicação das lâminas de 467,8 e 451,3 mm, correspondentes a 120% da ECA.

Figura 3. Produtividade total de bulbos (PTB) e produtividade de bulbos comerciais (PBC) (A), massa média de bulbos comerciais (MMBC) (B) e eficiência no uso da água (EUA) (C) de cebola em função das diferentes lâminas totais de irrigação.



Fonte: Elaboração dos autores.

Vilas Boas et al. (2011), com o objetivo de avaliarem os efeitos de seis níveis críticos de tensões da água no solo, 15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa, sobre o desempenho de duas cultivares de cebola, submetidas a irrigação por gotejamento, em Lavras – MG, encontraram maiores valores de produtividade total e comercial de bulbos quando as irrigações foram reiniciadas com a tensão de 15 kPa, o que correspondeu a uma lâmina total de irrigação de 615,2 e 603,6 mm para as cultivares de cebola ‘Alfa Tropical’ e ‘Optima F1’, respectivamente.

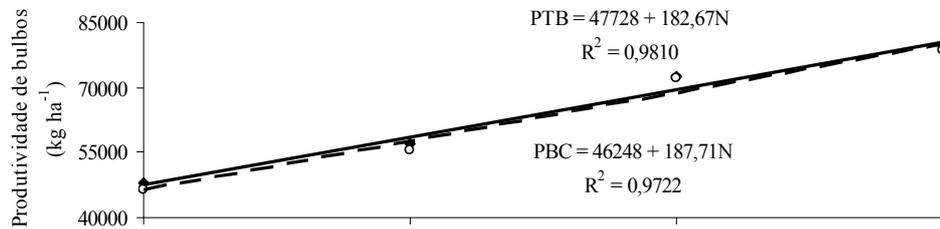
Observou-se redução na PTB e na PBC com a aplicação das lâminas de 621,4 e 828,5 mm (150 e 200% da ECA) em função dos elevados teores de água no solo terem reduzido o arejamento adequado na região de maior concentração das raízes (KLAR, 1991), provocando alterações fisiológicas, que levaram à redução da produtividade, bem como devido à lixiviação de nutrientes; isto comprova que, não só o déficit hídrico, mas também, o excesso de água fornecido ao solo é bastante prejudicial à cultura.

A produtividade total de bulbos e a produtividade de bulbos comerciais também foram influenciadas pelas doses de N fornecidas ao solo via fertirrigação. No caso da produtividade total de bulbos e da produtividade de bulbos comerciais, as variações ocorridas, em função das doses de N aplicadas, podem ser explicadas pela regressão linear, a 1% de probabilidade (Tabela 2). De acordo com a equação

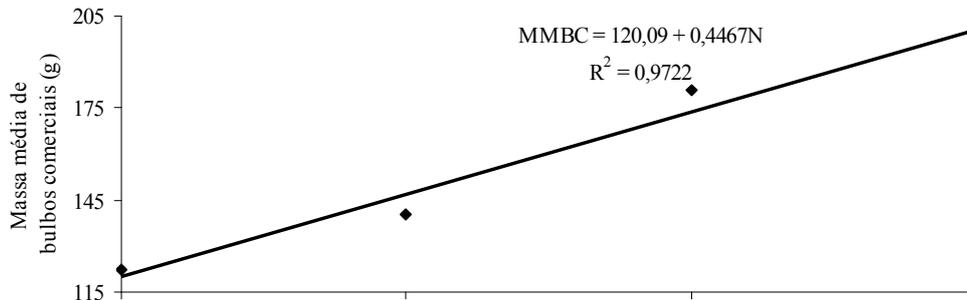
apresentada na Figura 4A, o acréscimo de uma unidade (kg ha^{-1}) na dose de nitrogênio aumentou em 182,67 e 187,71 kg ha^{-1} a produtividade total de bulbos e a produtividade de bulbos comerciais, respectivamente. Os valores máximos estimados para a produtividade total de bulbos e para a produtividade de bulbos comerciais ocorreram à dose de 180 kg ha^{-1} de N e resultaram em 80.609 e 80.036 kg ha^{-1} , respectivamente.

Figura 4. Produtividade total de bulbos (PTB) e produtividade de bulbos comerciais (PBC) (A), massa média de bulbos comerciais (MMBC) (B) e eficiência no uso da água (EUA) (C) de cebola em função das diferentes doses de nitrogênio.

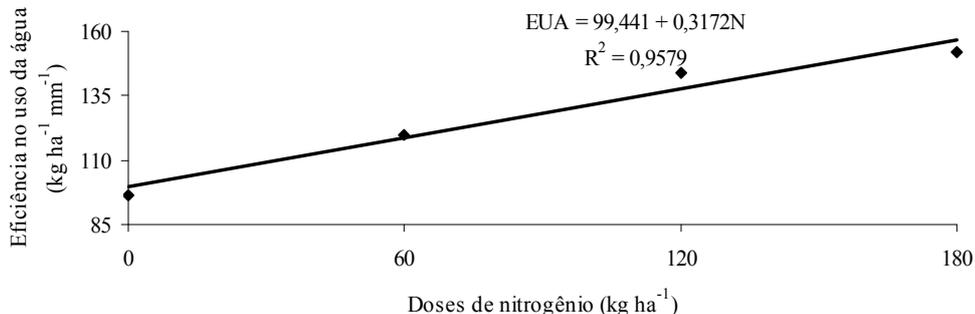
A.



B.



C.



Fonte: Elaboração dos autores.

Resende e Costa (2008), em estudo sobre o efeito de épocas de plantio e doses de N e K, aplicadas via fertirrigação, na produtividade e armazenamento de cebola, cultivar ‘Texas Grano 502 PRR’, verificaram na ausência da adubação potássica e na dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, incrementos lineares na produtividade comercial em função da adubação nitrogenada, enquanto na dose de 180 kg ha⁻¹ de K₂O, a resposta à adubação nitrogenada apresentou comportamento quadrático, alcançando o valor máximo de produtividade comercial de bulbos de 75.539 kg ha⁻¹ com a dose de 180 kg ha⁻¹ de N.

Resende, Costa e Pinto (2009), ao avaliarem o rendimento e a conservação pós-colheita de bulbos de cebola com doses de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) e K (0, 90 e 180 kg ha⁻¹), aplicados via água de irrigação, também obtiveram maior produtividade comercial de bulbos (58.678 kg ha⁻¹) de cebola com as doses de 180 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K. Segundo os autores, na interação o N é o nutriente de maior importância, em termos de produtividade e diâmetro do bulbo.

A produção de cebola com aplicações de doses de N têm sido também relatadas por outros autores (DIXIT, 1997; HUSSAINI; AMANS; RAMALAN, 2000; SINGH; JAIN; POONIA, 2000; NEERAJA et al., 2001; DIAZ-PEREZ; PURVIS; PAULK, 2003; BOYHAN; TORRANCE; HILL, 2007). Boyhan, Torrance e Hill (2007) observaram que as melhores respostas quanto à produtividade foram obtidas com a dose de 263 kg ha⁻¹ de N. Hensel e Shumaker (1991), Patel, Patel e Sadaria (1992) e Batal et al. (1994), não encontraram respostas positivas à aplicação de N em seus trabalhos. A não obtenção de resposta positiva pode ser uma indicação que a disponibilidade natural foi suficiente.

Na análise de variância (Tabela 3) foram detectadas diferenças significativas a 1% de probabilidade, entre os fatores lâminas de irrigação e doses de N, quanto às características de massa média de bulbos comerciais e eficiência no uso da água. Entretanto, não foram verificados efeitos significativos da interação entre lâminas de irrigação versus doses de N, para estes parâmetros estudados.

Tabela 3. Resumo das análises de variância (ANOVA) e de regressão para massa média de bulbos comerciais (MMBC) e eficiência no uso da água (EUA) de cebola sob diferentes lâminas totais de irrigação e doses de nitrogênio.

| Fontes de variação | Graus de Liberdade | Quadrados médios | |
|---------------------|--------------------|-----------------------|---|
| | | MMBC (g) | EUA (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹) |
| Bloco | 2 | 18873,53** | 7546,48** |
| Lâmina | 3 | 7812,95** | 56196,31** |
| Nitrogênio | 3 | 14775,12** | 8130,97** |
| Lâmina x Nitrogênio | 9 | 1652,69 ^{ns} | 990,12 ^{ns} |
| Resíduo | 30 | 1279,99 | 805,72 |
| Média Geral | - | 160,28 | 126,27 |
| C. V. (%) | - | 22,32 | 22,48 |
| Lâmina | (3) | 7812,95** | 56196,31** |
| Linear | 1 | 8985,38** | 166626,86** |
| Quadrática | 1 | 13363,35** | 1820,40 ^{ns} |
| Desvio | 1 | 1090,13 ^{ns} | 141,68 ^{ns} |
| Nitrogênio | (3) | 14775,12** | 8130,97** |
| Linear | 1 | 43091,72** | 23896,11** |
| Quadrática | 1 | 1,96 ^{ns} | 237,63 ^{ns} |
| Desvio | 1 | 1231,70 ^{ns} | 259,16 ^{ns} |

^{ns} – não significativo pelo teste F e ** – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaboração dos autores.

O resultado de massa média de bulbos comerciais mostrou resposta quadrática (Figura 3B), com nível de significância de 1%, indicando haver acréscimo

na massa média de bulbos comerciais, à medida que foram aumentadas as lâminas de irrigação aplicadas até o valor de 525,5 mm, que correspondeu a 102,5%

de reposição de água, resultando em um valor máximo de massa média de 180,3 g. Nota-se que 95,36% das variações, ocorridas na massa média de bulbos comerciais, em função das lâminas de irrigação, são explicadas pela regressão quadrática. Segundo Santa Olalla, Valero e Cortes (1994), altura e diâmetro de bulbos estão diretamente relacionados com a quantidade adequada de água aplicada.

Kumar et al. (2007) também observaram que a massa média de bulbos foi influenciada positivamente pelas lâminas de irrigação aplicadas e obtiveram valores de massa média de bulbos de 51,1 e 52,1 g, no tratamento submetido ao maior nível de irrigação (120% da ECA), com as lâminas de 467,8 e 451,3 mm, respectivamente. Segundo esses autores, a massa média de bulbos variou, significativamente, entre os tratamentos, exceto entre os dois tratamentos em que foram aplicadas as maiores quantidades de água (100 e 120% da ECA). Já Vilas Boas et al. (2011) encontraram maiores valores de massa média de bulbos comerciais para as cultivares 'Alfa Tropical' (108,3 g) e 'Optima F1' (144,6 g), quando as irrigações foram reiniciadas com a tensão de 15 kPa, o que correspondeu a uma lâmina total de irrigação de 615,2 e 603,6 mm, respectivamente.

No caso da massa média de bulbos comerciais, as variações ocorridas em função das doses de N aplicadas, podem ser explicadas pela regressão linear, a 1% de probabilidade. De acordo com a equação apresentada na Figura 4B, o acréscimo de uma unidade (kg ha^{-1}) na dose de N aumenta em 0,4467 g a massa média de bulbos comerciais. Observa-se que 97,22% das variações, ocorridas na massa média de bulbos comerciais, em função das doses de N, são explicadas pela regressão linear. O valor máximo estimado para a massa média de bulbos comerciais ocorreu à dose de 180 kg ha^{-1} de N e resultou em 200,5 g.

Vachchani e Patel (1996), ao aplicarem 150 kg ha^{-1} de N na cultura da cebola, também obtiveram aumento na altura das plantas, número de folhas por planta, massa e tamanho de bulbos e na produtividade, porém sem mostrar diferenças

significativas na dose de 100 kg ha^{-1} de N, para a massa de bulbos e a produtividade. Singh, Yadav e Singh (2004) também observaram incrementos na massa fresca de bulbos até as doses de 150 kg ha^{-1} de N e 120 kg ha^{-1} de K_2O .

Resende e Costa (2008), também constataram efeito linear positivo das doses de N no plantio de março, alcançando o valor máximo para a massa fresca de bulbos de 99,6 g com a dose de 180 kg ha^{-1} de N. Comportamento semelhante foi encontrado também por Resende, Costa e Pinto (2009), isto é, o aumento das doses de N proporcionou um incremento gradativo na massa fresca de bulbos, alcançando o valor máximo, para esta característica, de 93,7 g com a aplicação da dose de 180 kg ha^{-1} de N.

Estes resultados mostraram a capacidade de resposta da cebola à aplicação de N e alicerça as afirmações de diversos autores que relatam que o elemento contribui marcadamente para produção de bulbos de maior tamanho (maior massa fresca) e, conseqüentemente, aumento na produtividade da cultura (SINGH; SHARMA, 1991; FARIA; PEREIRA, 1992; VACHCHANI; PATEL, 1996; HUSSAINI; AMANS; RAMALAN, 2000).

Nota-se que a eficiência no uso da água apresentou comportamento linear decrescente com o aumento das lâminas de irrigação estudadas (Figura 3C) a 1% de probabilidade (Tabela 3). Observa-se, ainda, que 98,86% das variações ocorridas, na eficiência no uso da água, em função das lâminas de irrigação, são explicadas pela regressão linear. O valor máximo encontrado para a eficiência no uso da água foi de $208,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ obtido à lâmina de 305,5 mm.

Santa Olalla, Dominguez-Padilla e Lopez (2004) ao avaliarem quantidades de água no cultivo da cebola em clima semiárido, obtiveram valores de eficiência no uso da água, variando de 91,6 a $116,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ e as diferenças entre os tratamentos não mostraram ser significativas. Entretanto, esses autores relataram que, de maneira geral, quanto menor o volume de água aplicado maior foi à eficiência alcançada.

Resultados semelhantes foram conseguidos por Vilas Boas et al. (2011), que obtiveram maiores valores de eficiência no uso da água, em cultivo de cebola irrigada por gotejamento, com a diminuição das lâminas de irrigação aplicadas. Trabalhos realizados com outras hortaliças, também têm mostrado que a eficiência no uso da água aumenta com o acréscimo da tensão da água no solo e/ou com o decréscimo da lâmina de água (MAROUELLI; SILVA; MORETTI, 2003; SÁ et al., 2005; VILAS BOAS et al., 2007).

No caso da eficiência no uso da água, as variações ocorridas, em função das doses de N aplicadas, podem ser explicadas pela regressão linear, a 1% de probabilidade (Tabela 3). De acordo com a equação apresentada na Figura 4C, o acréscimo de uma unidade (kg ha^{-1}) na dose de N aumenta em $0,3172 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ a eficiência no uso da água. Observa-se que 95,79% das variações, ocorridas na eficiência no uso da água, em função das doses de N, são explicadas pela regressão linear. O valor máximo obtido para a eficiência no uso da água ocorreu à dose de 180 kg ha^{-1} de N e resultou em $156,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

Os resultados encontrados neste estudo indicam que a cebola otimizou seu metabolismo com o aumento da disponibilidade de N no solo, conseguindo produzir mais com menos uso do insumo água. Segundo Bonfim-Silva, Monteiro e Silva (2007), quando a planta está com a sua nutrição adequada, além de expressar o seu potencial produtivo, também pode ser mais eficiente na absorção e utilização de água no solo. Além disso, a eficiência no uso da água aumenta com a prática da adubação, desde que a produtividade também aumente (LOPES, 1989).

Conclusões

Maiores produtividades (total de bulbos e de bulbos comerciais) e maior massa média de bulbos comerciais foram obtidas com a aplicação da lâmina de irrigação de $512,7 \text{ mm}$ (100% da ECA) e com a dose de 180 kg ha^{-1} de N.

A eficiência no uso da água reduziu, linearmente, em virtude do acréscimo das lâminas de irrigação aplicadas e do decréscimo das doses de N fornecidas via fertirrigação.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão das bolsas de Pós-doutorado Júnior (Processo nº. 151568/2010-3), Produtividade em Pesquisa e Iniciação Científica, e aos Departamentos de Ciência do Solo e de Engenharia da UFLA (Universidade Federal de Lavras) pela oportunidade de realização da pesquisa.

Referências

- ABU AWWAD, A. M. Irrigation water management for onion trickle irrigated with saline drainage water. *Dirasat Series B. Pure and Applied Sciences*, Amman, v. 23, n. 1, p. 46-54, 1996.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BATAL, K. M.; BONDARI, K.; GRANBERRY, D. M.; MULLINIX, B. G. Effects of source, rate, and frequency of N application on yield, marketable grades and rot incidence of sweet onion (*Allium cepa* L. cv. Granex-33). *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v. 69, n. 6, p. 1043-1051, 1994.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. 7. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2005. 611 p.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Manejo da água e nutrientes para o pepino em ambiente protegido sob fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 251-255, 2002.
- BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T. J. A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 309-317, 2007.
- BOYHAN, G. E.; TORRANCE, R. L.; HILL, C. R. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium rates and fertilizer sources on yield and leaf nutrient status of short-day onions. *HortScience*, Alexandria, v. 42, n. 3, p. 653-660, 2007.

- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas: 1961-1990*. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1992. 84 p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- DIAZ-PEREZ, J. C.; PURVIS, A. C.; PAULK, J. T. Bolting, yield, and bulb decay of sweet onion as affected by nitrogen fertilization. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 128, n. 1, p. 144-149, 2003.
- DIXIT, S. P. Response of onion (*Allium cepa* L.) to nitrogen and farmyard manure in dry temperate high hills of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v. 67, n. 5, p. 222-223, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.
- FÁRIA, C. M.; PEREIRA, J. R. Fontes e níveis de nitrogênio na produtividade da cebola no Vale do São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 3, p. 403-407, 1992.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, M. D. *Cultura da cebola: recomendações técnicas*. Campinas: ASGROW, 2000. 36 p.
- FONTES, P. C. R. Cebola. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 184 p.
- GONÇALVES, P. A. S.; WORDELL FILHO, J. A.; KURTZ, C. Efeitos da adubação sobre a incidência de trips e mildio e na produtividade da cultura da cebola. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 57-60, 2009.
- HENSEL, D. R.; SHUMAKER, J. R. Plant bed configuration, fertilization rate and application method, and cultivar effects on sweet onion production. *Proceedings of the Florida State Horticulture Society*, Lake Buena Vista, v. 103, p. 105-107, 1991.
- HUSSAINI, M. A.; AMANS, E. B.; RAMALAN, A. A. Yield, bulb size distribution, and storability of onion (*Allium cepa* L.) under different levels of N fertilization and irrigation regime. *Tropical Agriculture*, Saint Augustine, v. 77, n. 3, p. 145-149, 2000.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 1-88, 2012.
- KIPKORIR, E. C.; RAES, D.; MASSAWE, B. Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in Perkerra, Kenya. *Agricultural Water Management*, Columbus, v. 56, p. 229-240, 2002.
- KLAR, A. E. *Irrigação: frequência e quantidade de aplicação de água*. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.
- KORIEM, S. O.; EL-KOLIEY, M. M.; EL-SHEEKH, H. M. Effect of drought conditions on yield, quality and some water relationships of onion. *Journal of Agricultural Sciences*, Assiut, v. 30, n. 1, p. 75-84, 1999.
- KUMAR, S.; IMTIYAZ, M.; KUMAR, A.; SINGH, R. Response of onion (*Allium cepa* L.) to different levels of irrigation water. *Agricultural Water Management*, Columbus, v. 89, p. 161-166, 2007.
- LIMA JÚNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; COSTA, G. G.; VILAS BOAS, R. C.; YURI, J. E. Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 797-803, 2010.
- LOPES, A. S. *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA/Potafos, 1989. 153 p.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 1-8, 2003.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. *Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo*. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2001. 111 p.
- NEERAJA, G.; REDDY, K. M.; REDDY, M. S.; RAO, V. P. Influence of irrigation and nitrogen levels on bulb yield, nutrient uptake and nitrogen use efficiencies in rabi onion (*Allium cepa*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v. 71, n. 2, p. 109-112, 2001.
- PATEL, K. P.; PATEL, B. S.; SADARIA, S. G. Yield and nutrient uptake by onion (*Allium cepa* L.) as influenced by irrigation, nitrogen and phosphorus. *Indian Journal of Agronomy*, New Delhi, v. 37, p. 395-396, 1992.

- PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; BARBOSA, J. C. Acúmulo de macronutrientes pela cebola “Optima” estabelecida por semeadura direta. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 4, p. 470-475, 2006.
- PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; VARGAS, P. F. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola “Superex” estabelecida por semeadura direta. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 949-955, 2007.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio na produtividade e armazenamento da cebola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 2, p. 221-226, 2008.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M. Produtividade e qualidade pós-colheita de cebola adubada com doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 3, p. 388-392, 2008.
- _____. Rendimento e conservação pós-colheita de bulbos de cebola com doses de nitrogênio e potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2009.
- RICCI, M. S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1035-1039, 1995.
- SÁ, N. S. A.; PEREIRA, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; MATTIOLI, W.; CARVALHO, J. A. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 341-347, 2005.
- SAHA, U. K.; KHAN, M. S. I.; HAIDER, J.; SAHA, R. R. Yield and water use of onion under different irrigation schedules in Bangladesh. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, Tokyo, v. 41, n. 4, p. 268-274, 1997.
- SANTA OLALLA, F. M.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R. Production and quality of onion crop (*Allium cepa* L.) cultivated in semi-arid climate. *Agricultural Water Management*, Columbus, v. 68, p. 77-89, 2004.
- SANTA OLALLA, F. M.; VALERO, J. A. J.; CORTES, C. F. Growth and production of onion crop (*Allium cepa* L.) under different irrigation scheduling. *European Journal of Agronomy*, Córdoba, v. 3, n. 1, p. 85-92, 1994.
- SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; SAUNDERS, L. D. Irrigation criteria for drip-irrigated onions. *HortScience*, Alexandria, v. 35, n. 1, p. 63-66, 2000.
- SINGH, D.; SHARMA, R. P. Effect of soil moisture regimes and nitrogen fertilization on onion. *Indian Journal of Agronomy*, New Delhi, v. 36, n. 1, p. 125-126, 1991.
- SINGH, R. P.; JAIN, N. K.; POONIA, B. L. Response of Kharif onion to nitrogen, phosphorus and potash in eastern plains of Rajasthan. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v. 70, n. 3, p. 871-872, 2000.
- SINGH, S.; YADAV, P. K.; SINGH, B. Effect of nitrogen and potassium on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) cv. Pusa Red. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, Hisar, v. 33, n. 3-4, p. 308-309, 2004.
- SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M. *Cultura da cebola*. Lavras: UFLA, 2002. 115 p. (Texto Acadêmico, 21).
- VACHCHANI, M. U.; PATEL, Z. G. Growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) as influenced by levels of nitrogen, phosphorus and potash under south Gujarat conditions. *Progressive Horticulture*, Uttar Pradesh, v. 25, n. 3-4, p. 166-167, 1996.
- VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; PACHECO, D. D. Nutrição mineral e adubação de cebola. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 36-50, 2002.
- VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2010.
- VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. A.; GOMES, L. A. A.; SOUZA, K. J.; RODRIGUES, R. C.; SOUSA, A. M. G. Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 11, n. 4, p. 393-397, 2007.
- VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 117-124, 2011.
- VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GEISENHOF, L. O.; LIMA JÚNIOR, J. A. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de cebola irrigadas por gotejamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 706-713, 2012.
- VOLPE, C. A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. *Manejo da irrigação em hortaliças: método do tanque Classe A*. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 19 p.