



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

QUALIDADE DE RAÍZES DE CENOURAS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TENSÕES DA ÁGUA NO SOLO¹

Joaquim Alves de Lima Junior²; André Luiz Pereira da Silva³;

Márcio Gerdhanes Martins Guedes⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo (irrigação por gotejamento) sobre a qualidade de duas cultivares de cenoura. O experimento foi conduzido em Lavras, Minas Gerais (21° 14' S, 45° 00' W e 918,8 m), no período de julho a outubro de 2010. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 6, sendo duas cultivares de cenoura: cultivar híbrida Nayarit F1 e cultivar não híbrida Nantes e seis níveis críticos de tensões da água no solo (15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa), com quatro repetições. Através dos resultados pode-se concluir que: a maior concentração de sólidos solúveis totais nas raízes foi obtida pelo híbrido Nayarit F1. O valor máximo de sólidos solúveis totais foi encontrado com a tensão de 29 (cultivar híbrida) e 17 kPa (cultivar não híbrida), respectivamente. A acidez titulável obteve valor máximo com a tensão crítica 15 kPa para ambas as cultivares utilizadas.

Palavras-chave: *Daucus carota* L., irrigação localizada, tensiômetro, sólidos solúveis; acidez titulável.

ROOTS OF QUALITY OF CARROTS IN FUNCTION OF DIFFERENTS SOIL WATER TENSIONS

ABSTRACT

Different soil water tension values were tested to evaluate the effects on carrot yield of two drip irrigated carrot cultivars. The experiment was carried out at Lavras, in the State of Minas Gerais, Brazil (21° 14' S, 45° 00' W and 918.8 m), from July to October 2008. The statistical design used was randomized blocks with a factorial scheme 2 x 6, with four replications. The treatment levels were two carrot cultivars (híbrida Nayarit F1 and non hybrid Nantes) and six critical soil water tension levels (15, 25, 35, 45, 60 and 75 kPa). Through the results we can conclude that the largest concentration of soluble solids of roots was obtained by the hybrid F1 Nayarit. The maximum value of soluble solids was found with the strain of 29 (hybrid cultivar) and 17 kPa (not hybrid cultivar), respectively. The acidity obtained with the maximum voltage of critical water replacement of 15 kPa for both cultivars.

Keywords: trickle irrigation, tensiometer, *Daucus carota* L. soluble solids, acidity.

Trabalho recebido em 11/05/2011 e aceito para publicação em 03/02/2012

¹ Parte de Tese do primeiro autor produzida no Departamento de Engenharia agrícola da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

²Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia/DCEE – Universidade Federal Rural da Amazônia/Campus Paragominas – Rod. PA 256, km 06, Bairro Nova Conquista S/Nº, Cx. P. 917 - CEP: 68625-000, Paragominas, PA. E-mail: joaquim.junior@ufra.edu.br

³Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista-UNESP. E-mail: andreengagronomo@gmail.com

⁴Eng. Agrônomo, Doutorando em Ciência Agrária, Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: gerdhanes@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo da cenoura está entre as dez hortaliças mais importantes em termos mundiais, seja considerando a área de plantio ou o valor da produção (RUBATZKY *et al.*, 1999; SIMON, 2000; VILELA, 2004). Em 2005, a produção mundial aproximou-se de 24 milhões de toneladas ocupando uma área de aproximadamente 1,1 milhão de hectares. Segundos dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada à produtividade média da safra 2008/09 dos estados de Minas Gerais e Distrito Federal foi de 50 t.ha⁻¹. Essa cultura, além de absorver uma grande quantidade de mão-de-obra, principalmente a não especializada, contribui também com um bom retorno financeiro, desde que haja um planejamento adequado desse cultivo. A cenoura é uma hortaliça de elevado valor nutritivo, sendo provavelmente umas das melhores fontes de β -caroteno (provitamina A). A vitamina A é um nutriente fundamental para o crescimento, diferenciação e integridade do tecido epitelial, essencial nos períodos de gravidez e primeira infância (SAUNDERS, 2001). No ser humano apenas 100 g de cenoura são suficientes para suprir as necessidades diárias de vitamina A (cerca de 5.000 a 15.000 Unidades Internacionais). Devido suas qualidades,

dentre elas a sua palatabilidade, o seu consumo tem sido crescente, sendo hoje a quinta hortaliça mais consumida no Brasil. É uma hortaliça cultivada mundialmente, sendo a China, os Estados Unidos e a Rússia os maiores produtores mundiais (RUBATZKY, 1999).

A cenoura é uma planta herbácea, possui um caule pouco perceptível, situado no ponto de inserção das folhas, formadas por folíolos finamente recortados, com pecíolo longo e afilado. Na etapa vegetativa do ciclo, a planta apresenta um tufo de folhas em posição vertical, atingindo 50 cm de altura. Entretanto, na floração, o caule pode ultrapassar 1,5 m de altura e, no topo, desenvolvem-se inúmeras inflorescências esbranquiçadas reunidas em umbelas compostas. Os frutos são secos (diaquênios) e a semente constituída da metade de um fruto (FILGUERA, 2003).

FILGUEIRA (2003) relata que a irrigação ideal na cultura da cenoura é quando o teor de água útil no solo está em torno de 75% ao longo de todo ciclo da cultura. O potencial de água no solo, na região de concentração de raízes para a cenoura, é de 80 kPa (valores adequados de água para a cultura), além de indicar o melhor momento para se irrigar (CARRIJO *et al.*, 1990). SHOCK *et al.* (2002) recomendam irrigar quando a

tensão matricial atingir entre 15 e 30 kPa. Para evitar problemas de excesso de água junto ao colo das plantas e de doenças de solo, os gotejadores devem ser posicionados de 10 a 25 cm das raízes, sendo o menor valor para solos com faixa molhada estreita.

A irrigação da cenoura, como na maioria das olerícolas, além de ser um importante fator de produção, favorece o aumento da produtividade, bem como, o aprimoramento da qualidade do produto. Entretanto, o déficit e/ou excesso de água, bem como o modo de aplicação (aspersão, gotejamento), podem propiciar condições desfavoráveis ao desenvolvimento da cenoura promovendo a queda na produtividade dessa cultura. Além de aumentar os custos com energia de bombeamento e fertilizantes (ao se trabalhar com baixa eficiência de irrigação e de fertirrigação), podendo até mesmo resultar na contaminação dos recursos hídricos (por agrotóxicos e fertilizantes), pelo escoamento superficial resultante da irrigação por aspersão. Dentro deste contexto, torna-se importante a escolha adequada do sistema de irrigação a ser utilizado nesse cultivo, assim como, realizar um correto manejo da irrigação, a fim de alcançar elevada eficiência, com maximização econômica do agronegócio e sustentabilidade ambiental.

Diante do exposto, objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo (irrigadas por gotejamento) sobre a qualidade de duas cultivares de cenoura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (DEG/UFLA), no período compreendido entre julho a outubro de 2010. A UFLA situa-se em Lavras, Sul de Minas Gerais e está numa altitude média de 910 m, 21°14' latitude Sul e 45°00' longitude Oeste.

De acordo com a classificação de Köppen (DANTAS *et al.*, 2007), a região apresenta um clima Cwa, ou seja, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C e superior a 3 °C; no verão, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura muito argilosa, sendo a curva de retenção da água no solo representada pela Equação 1:

$$\theta = 0,223 + \frac{0,312}{\left[1 + (0,2334|\Psi|)^{1,7023}\right]^{0,4126}} \quad (1)$$

em que: θ – umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) e Ψ – tensão da água no solo (kPa).

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 6, sendo utilizados 12 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de duas cultivares de cenoura (cultivar não híbrida nantes (N) e cultivar híbrida nayarit F1 (HN)) e seis tensões da água no solo (15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa) como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica). Os tratamentos foram, assim, representados: N15, N25, N35, N45, N60, N75, HN15, HNO25, HN35, HN45, HN60 e HN75.

Para monitorar o estado de energia da água no solo, foi instalado um conjunto com cinco tensiômetros por parcela (três a 0,15 m de profundidade para monitorar a irrigação e dois a 0,30 m de profundidade para verificar a ocorrência de percolação), sendo que para cada tratamento os conjuntos de tensiômetros foram instalados em duas das quatro repetições. As leituras nos tensiômetros foram realizadas, utilizando-se um tensímetro digital de punção.

As parcelas experimentais tiveram dimensões de 1,20 m de largura por 2,00 m de comprimento ($2,40 \text{ m}^2$). Foram utilizadas quatro linhas de plantas,

espaçadas de 0,30 m entre si e 0,05 m entre plantas, totalizando 160 plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas das linhas centrais e descartadas, nestas linhas, cinco plantas no início e cinco no final (parcela útil de $0,90 \text{ m}^2$ com 60 plantas).

Após a semeadura, a irrigação foi realizada por microaspersão com o tape SANTENO[®]. Este sistema foi usado até 29 dias após a semeadura, período necessário para o pegamento e a uniformização do crescimento das plantas no campo. Após este período, a cultura foi irrigada pelo sistema de irrigação por gotejamento referente a cada tratamento durante 22 dias, objetivando adaptar o sistema radicular da cultura ao sistema de irrigação localizado antes da diferenciação dos tratamentos, totalizando 51 após a semeadura.

Na diferenciação dos tratamentos, utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, sendo os emissores autocompensantes do tipo in-line, modelo NAAN PC com vazão nominal de $1,73 \text{ L h}^{-1}$ e distanciados entre si a 0,30 m. O tubo gotejador ficou posicionado na parcela, de forma a atender duas fileiras de plantas, trabalhando com pressão de serviço de 140 kPa. Na avaliação do sistema, obteve-se um coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) de 98%.

Buscava-se, em todas as irrigações, elevar à capacidade de campo a umidade

correspondente à tensão verificada no momento de irrigar. O momento de irrigar foi estabelecido como aquele em que pelo menos três dos tensiômetros de decisão (instalados a 0,15 m de profundidade) atingiam a tensão crítica estabelecida para cada tratamento. Calculou-se o tempo de funcionamento do sistema de irrigação a partir da lâmina bruta, de acordo com Cabello (1996), considerando-se a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 0,30 m. A eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação foi adotada como 98%.

O preparo das amostras e a determinação do teor de sólidos solúveis e acidez titulável foi realizado no laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFPA. Para isso, foram retiradas 5 g de cada amostra de cenoura, homogeneizando-se em 45 mL de água destilada, utilizando-se homogeneizador de

tecidos (politron). O homogenato foi filtrado em tecido organza, sendo este utilizado para determinação da concentração de sólidos solúveis totais e acidez titulável (AOAC, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados observados ocorreu efeito significativo sobre a interação cultivares e tensões da água no solo a 1% de probabilidade, pelo teste F (Tabela 1).

De acordo com o teste de médias (Tabela 2), a maior concentração de sólidos solúveis totais de raízes foi obtida pelo híbrido Nayarit F1 (3,54% de °Brix), quando comparada com a cultivar Nantes (2,65% de °Brix), apresentando incremento médio da ordem de 25,14% no teor de °Brix. Os melhores resultados para a variável acidez titulável foi observado para a cultivar nantes.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância e de regressão para sólidos solúveis totais (SST) de raízes de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo.

| Fonte de Variação | G.L. | Q.M. | |
|----------------------|------|-----------------------|------------------------|
| | | SST (% de °Brix) | AT |
| Bloco | 3 | 0,0016 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} |
| Cultivares | 1 | 9,4785 ^{**} | 0,002187 ^{**} |
| Tensões | 5 | 3,8000 ^{**} | 0,011810 ^{**} |
| Cultivares x Tensões | 5 | 2,3614 ^{**} | 0,000875 ^{**} |
| Resíduo | 33 | 0,0018 | 0,0000006 |
| Média | - | 3,09 | 0,20 |
| C.V. (%) | - | 1,38 | 0,39 |
| Tensões | 5 | 3,8000 ^{**} | 0,011810 ^{**} |
| Linear | 1 | 14,8944 ^{**} | 0,05278 ^{**} |
| Quadrática | 1 | 1,4579 ^{**} | 0,00103 ^{**} |
| Desvios | 3 | 0,8838 ^{**} | 0,00174 ^{**} |
| Tensões: Nantes | 5 | 6,0715 ^{**} | 0,00633 ^{**} |
| Linear | 1 | 23,5446 ^{**} | 0,02769 ^{**} |
| Quadrática | 1 | 2,1758 ^{**} | 0,00012 ^{**} |
| Desvios | 3 | 1,5324 ^{**} | 0,00128 ^{**} |
| Tensões: Híbrido | 5 | 0,0906 ^{**} | 0,00634 ^{**} |
| Linear | 1 | 0,3618 ^{**} | 0,02512 ^{**} |
| Quadrática | 1 | 0,0540 ^{**} | 0,00323 ^{**} |
| Desvios | 3 | 0,0124 ^{**} | 0,00112 ^{**} |

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

Tabela 2 - Médias de sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável (AT) de raízes de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo.

| Cultivares | SST (% de °Brix) | AT |
|------------|------------------|--------|
| Nantes | 2,65 b | 0,20 a |
| Híbrido | 3,54 a | 0,19 b |

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem, estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, o qual, no caso dos alimentos, é a

água. São constituídos, principalmente, por açúcares e variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima, com valores médios entre 8 a 14 °Brix (faixa de variação entre 2 a 25 °Brix). O

valor médio de sólidos solúveis verificado no presente trabalho encontra-se abaixo dos valores obtidos por PINTO (2007), que encontrou valores médios de 6,12 a 6,29 avaliando cenouras minimamente processadas, em diferentes estações do ano. No entanto, MACHADO *et al.* (2003), avaliando a influência do espaçamento na quantidade de açúcares e sólidos solúveis totais em cenoura solteira, utilizando as densidades de plantio de 14, 16, 18 e 20 plantas por metro de fileira, verificaram que a concentração de açúcares totais variou entre 3,2% e 3,6% para cultivar Nantes e de 3,5% a 3,9% para a cultivar Alvorada.

LIMA *et al.* (2004) encontraram valores de acidez titulável na cultura da cenoura superiores ao do presente trabalho, variando de 0,54 a 0,69. A determinação da acidez titulável possui papel importante na apreciação do estado de conservação do produto. Geralmente, o processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênese, por consequência da acidez (FERREIRA, 2004).

As variações ocorridas na concentração de sólidos solúveis totais e acidez titulável podem ser explicadas pela regressão quadrática, a 1% de probabilidade (Tabela 1). O valor médio

encontrado para o teor de sólidos solúveis e acidez titulável foram de 3,09% e 0,20, respectivamente. Nota-se, pela Figura 1A, que houve um acréscimo no conteúdo de sólidos solúveis totais, à medida que se aumentaram as tensões da água no solo, até o valor de 29 (cultivar híbrida) e 17 kPa (cultivar não híbrida), respectivamente.

A análise dos sólidos solúveis, para a agroindústria, é importante, pois, o teor de sólidos solúveis totais está ligado à pungência (combinação entre sabor e odor). Segundo MORETTI & DURIGAN (2002), a pungência conferida pelo ácido pirúvico é maior quanto maior o teor de sólidos solúveis totais.

Na mesma linha de pesquisa, PEREIRA *et al.* (1999) testaram três níveis de reposição de água no solo (100%, 80% e 60%) e dois turnos de rega (um e dois dias) na cultura do rabanete. Os autores obtiveram resposta linear para o fator de 60% com turno de rega de um dia, teoricamente foi o que causou maior estresse hídrico à cultura, entretanto, para as duas irrigações diárias, a resposta do teor de SST foi quadrática devido, provavelmente, ao menor estresse causado à cultura por esse tratamento. Segundo os mesmos autores, o teor de SST máximo esteve próximo a 80% da reposição de água no solo. OLIVEIRA NETO (2009) avaliou a resposta de diferentes lâminas de

irrigação e coberturas do solo em sistema orgânico de cultivo na qualidade da cultura da beterraba (*Beta vulgaris* L.), não sendo observado diferença significativa dos tratamentos na variação de teor de sólidos solúveis.

GIORDANO *et al.* (2000) afirmam que o excesso de chuvas ou aplicação excessivas de irrigações afetam a qualidade dos frutos reduzindo o teor de sólidos solúveis na polpa de frutos de tomateiro. No entanto, essa afirmação pode ser extrapolada para a maioria das hortaliças, pois todas as plantas requerem condições ideais de umidade para realizarem suas funções vitais, assim como a retirada de nutrientes do solo que pode alterar de forma definitiva a qualidade das raízes de cenoura.

Observando a figura 1B, a acidez titulável obteve valor máximo com a tensão crítica de reposição de água de 15 kPa para ambas as cultivares utilizadas. Esse resultado mostra que, quando a tensão estiver próximo a tensão de 15 kPa a reposição de água deve ser realizada com o intuito de aumentar o valor da variável em estudo.

4. CONCLUSÃO

As duas variáveis estudadas (sólidos solúveis e acidez titulável) foram influenciadas pelas cultivares e os níveis de

tensão de água no solo. A maior concentração de sólidos solúveis totais de raízes foi obtida pelo híbrido Nayarit F1. O valor máximo de sólidos solúveis totais foi encontrado com a tensão de 29 (cultivar híbrida) e 17 kPa (cultivar não híbrida), respectivamente. A acidez titulável obteve valor máximo com a tensão crítica de reposição de água de 15 kPa para ambas as cultivares utilizadas.

5. REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemistry**. 17.ed. Washington, 2002. 1410 p.
- CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 511 p.
- CARRIJO, O. A.; MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, W. L. de C. Produção de cebola sob diferentes regimes de umidade no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 38, maio 1990.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785 p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
- FERREIRA, S. M. R. **Características de qualidade do tomate de mesa**

- (*lycopersicon esculentum* Mill) cultivados nos sistemas convencional e orgânico, comercializado na região metropolitana de Curitiba. 2004. 230 p. Tese (Doutorado em Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 412 p.
- GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa. p. 36-56. 2000.
- LIMA, K. S. C. ; LIMA, A. L. S. FREITAS, L. C.; DELLA-MODESTA, R. C. GODOY, R. L. O efeito de baixa doses de irradiação nos carotenoides majoritários em cenouras prontas para consumo. **Ciencia e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 183-193, 2004.
- MACHADO, C.M.M.; CARVALHO, P.G.B.; VIEIRA, J.V.; SILVA, J.B.C. Influência do espaçamento na quantidade de açúcares e sólidos solúveis totais em cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://horticiencia.com.br/anais>>. Acesso em: 25 dez. 2010.
- MORETTI, C. L.; DURIGAN, J. F. Processamento de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 94-104, 2002.
- OLIVEIRA NETO, D. H. **Necessidade hídrica, função de resposta e qualidade da beterraba (*Beta vulgaris* L.), sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo em sistema orgânico de cultivo**. 2009. 120 p. Dissertação (Dissertação em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- PEREIRA, A. J.; BLANK, A. F.; SOUZA, R. J.; OLIVEIRA, P. M.; LIMA, L. A. Efeito dos níveis de reposição e frequência de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 117-120, 1999.
- PINTO, D. M. **Qualidade de produtos minimamente processados comercializados em diferentes épocas do ano**. 2007. 116 p. Dissertação (Mestrado em ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- RUBATZKY, V. E.; SIMON, P. W. **Carrots and related vegetable umbiliferae**. Bristol. 1999. 294 p.
- SAUNDERS, C.; RAMALHO, R. A.; LEAL, M. C. Estudo nutricional de vitamina A no grupo materno-infantil. **Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil**, Recife, v. 1, n. 1, p. 9-12 jan./abr. 2001.
- SIMON, P. W. Domestication, historical development, and modern breeding of carrot. **Plant breed** . Rev. v.19, p.157-190, 2000.
- 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.
- VILELA, N. J. Cenoura: um alimento nobre na mesa popular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 35-48, 2004. Cover article.