

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO RABANETE EM CONDIÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO

DEVELOPMENT OF THE RADICULAR SYSTEM OF THE RADISH IN CONDITION OF HYDRIC STRESS

Izaías dos Santos Bregonci¹; Gustavo Dias de Almeida^{2*}; Vitor José Brum³;
Alaert Zini Júnior³; Edvaldo Fialho dos Reis³

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento do sistema radicular de plantas de rabanete, cultivar VIP Crimson Seleção Especial submetido ao estresse hídrico em diferentes fases fenológicas. O experimento foi conduzido dentro de casa de vegetação, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre-ES, Brasil (latitude 20° 45'S e longitude 41° 30'W). Para realizar as avaliações, mantiveram-se plantas de rabanete em vasos de polietileno de 4,5 L de substrato. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado no esquema de parcela subdividida 4x5, com 4 repetições, sendo cada vaso considerado como uma repetição, a qual foi composta por três plantas de rabanete. Os tratamentos na parcela foram estresse hídrico nas fases II; III e IV, respectivamente, denominados D7; D14 e D21 e, a testemunha D0 que foi irrigada durante todo o ciclo da cultura. Na subparcela foram feitas avaliações ao 7º; 14º; 21º; 28º e 35º dia para comprimento da maior raiz e avaliações ao 28º e 35º dia para diâmetro do bulbo. O estresse hídrico diminuiu significativamente o diâmetro do bulbo e a matéria fresca da raiz, reduzindo a produção final em torno de 50%. Para o comprimento da maior raiz não houve diferença significativa ao final do ciclo da cultura.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, deficiência hídrica, irrigação, raiz, produtividade.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the development of the radicular system of radish plants, to cultivate VIP Crimson Special Selection submitted to the hydric stress in different phases of development. The experiment was driven inside greenhouse located in (CCA-UFES), Alegre-ES, Brazil (latitude 20th 45'S and longitude 41th 30'W). To accomplish the evaluations, they set radish plants in polyethylene vases of 4,5 L of substratum. The experiment was arranged in a randomized design with subdivided portion 4x5, with four repetitions, being each pot considered as a repetition, which was composed by three radish plants. The treatments in the portion were in hydric stress in the phases II; III and IV, respectively, denominated D7; D14 and D21 and, the witness D0 that was irrigated during the whole cycle of the culture. In the subsections there were made evaluations to the 7th; 14th; 21th; 28th and 35th day for length of the largest root and evaluations to the 28th and 35th day for diameter of the bulb. The hydric stress reduces the diameter of the bulb and the fresh matter of the root significantly, reducing the final production in around 50%. Para the length of the largest root there was not significant difference at the end of the cycle of the culture.

Key words: *Raphanus sativus*, hydric deficiency, irrigation, root, productivity.

INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus*) pertence à família brassicaceae, é de pequeno porte e, sua parte

comestível é a raiz carnuda, de formato globular, ovóide ou alongado (Filgueira, 1982). A pesar de ser uma cultura de pequena importância em termos de área plantada, possui boa viabilidade financeira,

¹ Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Alegre-Espírito Santo, Brasil, CEP.: 29500-000, E-mail: izaia@incaper.es.gov.br.

² Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Minas Gerais, Brasil; CEP.: 36.570-000, E-mail: gdalmeida.ufv@hotmail.com, * Autor para correspondência.

³ Departamento de Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre-ES, Brasil, CEP.: 29.500-000, E-mail: vitor-ms@cca.ufes.br, edreis@cca.ufes.br.

pois, pode ser usada como cultura intercalar entre outras de ciclo mais longo, pois, além de ser relativamente rústica, apresenta ciclo muito curto com retorno rápido (Minani *et al.*, 1998). Geralmente a colheita do rabanete inicia-se aos 23 a 28 dias após o semeio direto, podendo estender-se por um período de 10 dias, dependendo da cultivar e clima durante o cultivo (Filgueira, 1982).

De acordo com Costa *et al.* (2006) variações de umidade e temperatura no solo durante o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes. Segundo Pereira *et al.* (1999) o rabanete exige um elevado teor de água útil no solo, próximo a 100%, ao longo de todo o ciclo. Sendo que, flutuações no teor hídrico do solo acarretam rachaduras nas raízes (Filgueira, 2003). O estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura pode alterar seu desenvolvimento, modificando a fisiologia, morfologia e, principalmente, afetando as relações bioquímicas da planta (Pereira *et al.*, 1999).

Prabhakar *et al.* (1991) e Dematte *et al.* (1982) trabalhando com cenoura e restabelecendo a umidade do solo através da aplicação de lâminas de água equivalente a 25, 50, 75 e 100% da evapotranspiração do tanque “classe A” (ETc) consumida diariamente, obtiveram a maior e melhor produção de raízes quando a ETc reposta foi de 100%. Scaloppi & Klar (1971) obtiveram elevação na produção de tubérculos de batata, quando restabeleceram os níveis de 60, 70 e 90% da capacidade de campo e nos tratamentos onde o restabelecimento foi de 35 e 10%, prevaleceu a presença de tubérculos médios.

O conhecimento dos períodos críticos do desenvolvimento das culturas possibilita a adoção de práticas de manejo que visem à otimização da irrigação, alcançada através da aplicação da lâmina de irrigação certa e no estágio da cultura que apresente maior potencial de resposta (Cunha & Bergamaschi, 1992). Em geral, as hortaliças apresentam quatro fases distintas, segundo: i) Fase I (inicial) - do plantio até a emergência das plântulas; ii) Fase II (vegetativa) - do final da fase I até 80% do máximo desenvolvimento vegetativo; iii) Fase III (produção) - do início da formação do tubérculo (engrossamento) até o máximo de desenvolvimento do tubérculo; iv) Fase IV (maturação) - do final da fase III até a colheita (Marouelli *et al.*, 2001).

No Brasil pouca ênfase tem sido dada ao estudo do consumo de água na cultura do rabanete, à sua resposta ao estresse hídrico e aos demais fatores

relacionados à otimização da irrigação no cultivo (Pereira *et al.*, 1999).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do sistema radicular do rabanete submetido a regime de estresse hídrico em diferentes fases fenológicas da cultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido dentro de casa de vegetação com cobertura de lona plástica transparente de 150 micras, subposta de sombrite 30 % de sombra, laterais fechadas com clarite 30%, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado no município de Alegre, Espírito Santo, Brasil. Situado a uma altitude de 270 m e com coordenadas geográficas 20° 45'S e 41° 30'W e com as seguintes características climáticas: temperatura média anual de 22,2°C, com média das máximas de 29,0°C e média das mínimas de 16,9°C, soma térmica sobre 10°C igual a 4.425 e precipitação anual média de 1.292 mm, e evapotranspiração potencial média anual de 1.600 mm.

Para a condução dos experimentos foram utilizados vasos de polietileno com capacidade 4,5 L de substrato, o qual foi composto por 50% de terra, 30% de esterco bovino curtido e 20% de areia lavada e as adubações de plantio e cobertura foram feitas de acordo com a recomendação de Dadalto e Fullin (2001). Foram semeadas seis sementes de rabanete por vaso da cultivar VIP Crimson Seleção Especial e 7 dias após foi realizado o desbaste, ficando três plantas por vaso.

Para avaliar o estresse hídrico em diferentes fases fenológicas, o ciclo de produção do rabanete foi dividido em 5 fases: fase I - de 0 a 7 dias; fase II de 7 a 14 dias; fase III - de 14 a 21 dias; fase IV - de 21 a 28 dias; fase V - de 28 a 35 dias da semeadura de acordo com Marouelli *et al.* (2001).

O experimento foi conduzido em um esquema de parcela subdividida, sendo os tratamentos na parcela composto pelo estresse hídrico em três diferentes fases fenológicas da cultura: fase II, fase III e fase IV, respectivamente denominada de D7; D14 e D21, e a testemunha D0 que recebeu irrigação durante todo o ciclo da cultura. A subparcela foi constituída pelas avaliações ao 7º, 14º, 21º, 28º e 35º dias após a semeadura. Nas fases I e V todos os tratamentos, foram mantidos com umidade próxima a 100% de água disponível. Para quantificar as perdas oca-

sionadas pelo estresse hídrico nas diferentes fases fenológicas, ao se atingir a fase desejada suspendeu-se as irrigações em uma parcela de plantas e ao final dessa fase retomava-se as irrigações até atingir a umidade do solo de 100% de água disponível. As irrigações foram realizadas diariamente ao final da tarde, para as parcelas de plantas que não estivessem submetidos ao estresse hídrico.

As avaliações foram realizadas ao 7º; 14º; 21º; 28º e 35º dias após a semeadura para a característica comprimento da maior raiz e massa fresca da raiz (MFR) e para o diâmetro transversal do bulbo as avaliações foram aos 28º e 35º dias. A quantificação dessas características foi realizada com um paquímetro e régua graduada, em 0,1 cm.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em parcela subdividida 4x5, com 4 repetições, sendo cada vaso considerado como uma repetição, a qual foi composta por três plantas de rabanete. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para tempo de avaliação os dados foram submetidos à análise de regressão através do programa SAEG 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estresse hídrico afeta negativamente o diâmetro do bulbo do rabanete quando comparado com a testemunha, no entanto não há diferença significativa entre os estresses aplicados nas fases II; III e IV (Figura 1). O estresse hídrico na

fase IV proporciona uma redução de 33,01% no diâmetro do bulbo em relação à testemunha, já na fase II e III a redução é de 19,84% e 17,30% respectivamente. O estresse hídrico aplicado em todas as fases fenológicas ocasiona diminuição do diâmetro do bulbo, quando comparado com a testemunha, estando de acordo com Pimentel (2004), que relatou que o desenvolvimento do sistema radicular das plantas é reduzido sob condições de déficit hídrico.

A cultivar utilizada nesse trabalho, mostra um rápido crescimento de seu diâmetro na última fase de seu ciclo (fase V), onde todos os tratamentos são irrigados, aumentando seu diâmetro médio de 11,62 cm para 22,13 cm, correspondendo a um acréscimo de 90% em 7 dias, no 28º e no 35º dia de avaliação, mostrando a superioridade aos 35 dias de avaliação (Figura 2).

O estresse hídrico proporciona redução significativa da massa fresca da raiz (MFR) a partir de 21 dias do ciclo da cultura nos tratamentos sob estresse, quando comparados com a testemunha (Tabela 1), afetando a produção de biomassa, pois as células da parte aérea são as primeiras a sentirem o estresse hídrico e conseqüentemente ocorre a redução das taxas fotossintéticas, confirmando observações de Brandes *et al.* (1973) e Stone *et al.* (1988) Desta forma, a redução no crescimento, em resposta ao decréscimo da disponibilidade de água no solo, pode ser atribuída à diminuição da atividade fotossintética, pelo fechamento estomático (Kramer & Boyer, 1995) e, sobretudo, pela redução da área

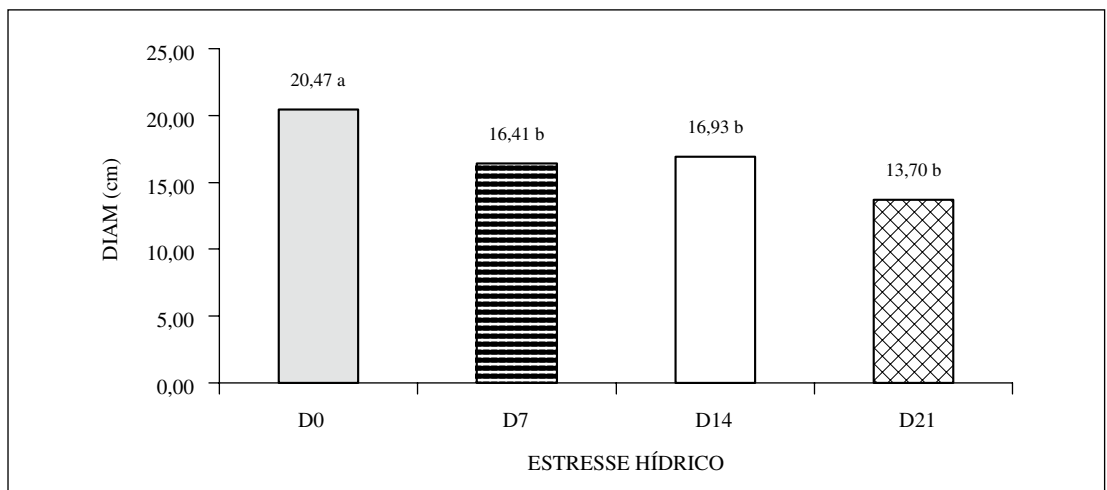
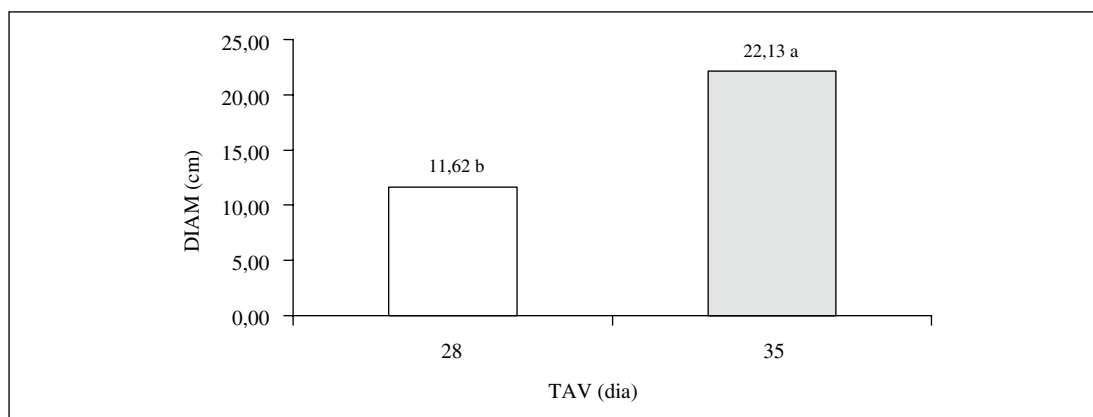


Figura 1. Média do diâmetro do bulbo de rabanete (DIAM), em cm, entre o 28º e 35º dia de avaliação, por tratamento, sob estresse hídrico nas fases fenológicas II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0), sem estresse.



Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Figura 2. Média do diâmetro do bulbo de rabanete (DIAM), em cm, de todos os tratamentos de estresse hídrico, no tempo de avaliação (TAV) 28° e 35° dia.

foliar fotossinteticamente ativa (Neumann et al., 1997). O crescimento da (MFR) apresentou um comportamento exponencial crescente em todos os tratamentos, no entanto, os tratamentos submetidos ao estresse hídrico tiveram suas curvas de crescimento muito próximas, diferindo significativamente da testemunha, que apresenta um crescimento exponencial superior aos demais tratamentos a partir de 21 dias de ciclo (Figura 4). Estando os resultados de acordo Pereira *et al.* (1999) que encontrou melhores resultados para crescimento de raiz e parte aérea do rabanete quando usou reposição de água no solo de 100% da capacidade de campo independentemente do número de aplicações, entretanto, Miller & Martin (1983) obtiveram resposta máxima de produção de tubérculos de batata quando trabalhando com um fator de reposição de água no solo inferior a 80% da capacidade de campo.

Tabela 1

Média da massa fresca da raiz (MFR) do rabanete, em gramas, sob estresse hídrico nos diferentes tempos de avaliação (TAV)

DEF	MFR (g)	MFR (%)	Redução da MFR (%)
D0	24,50	100,00	0,00
D7	11,66	47,59	52,41
D14	17,89	73,02	26,98
D21	13,76	56,16	43,84

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Aos 35 dias de cultivo, observa-se que a fase II é a mais sensível ao estresse hídrico, pois apresenta um decréscimo em torno de 50% de sua massa fresca, quando comparada com a testemunha (Tabela 2), estando de acordo com os resultados obtidos por Lima Bezerra *et al.* (1998), que constataram que o estresse hídrico afetou significativamente a produção total de tubérculos de batata por planta. Dessa forma, o manejo da irrigação é fundamental para se obter bons resultados na produção final dessa cultura, sendo imprescindível a manutenção da umidade do solo próximo à capacidade de campo, principalmente na fase II de desenvolvimento dessa cultura.

Estudando a interação dos tratamentos, para a característica comprimento da maior raiz, (Tabela 3), somente o estresse hídrico na fase IV e aos 28 dias da semeadura apresentou diferença significativa. Essa fase corresponde ao período de maior translocação de fotoassimilados da folha para a raiz (Costa *et al.*, 2006), ficando evidenciado que

Tabela 2

Produção da massa fresca da raiz (MFR), em gramas, de rabanete aos 35 dias de cultivo, submetido a estresse hídrico (DEF)

DEF	MFR (g)	MFR (%)	Redução da MFR (%)
D0	24,50	100,00	0,00
D7	11,66	47,59	52,41
D14	17,89	73,02	26,98
D21	13,76	56,16	43,84

Tabela 3

Médias de comprimento da maior raiz (CR) de Rabanete, em cm, sob estresse hídrico nas fases II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0), sem estresse, para cada tempo de avaliação (TAV) 7^o; 14^o; 21^o; 28^o e 35^o dia.

TAV	ESTRESSE HÍDRICO							
	D0		D7		D14		D21	
7	4,00	A	4,00	A	4,00	A	4,00	A
14	6,31	A	6,39	A	6,31	A	6,31	A
21	8,46	A	7,57	A	8,11	A	8,46	A
28	11,00	B	9,54	B	11,41	B	14,58	A
35	16,04	A	14,56	A	14,76	A	14,96	A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

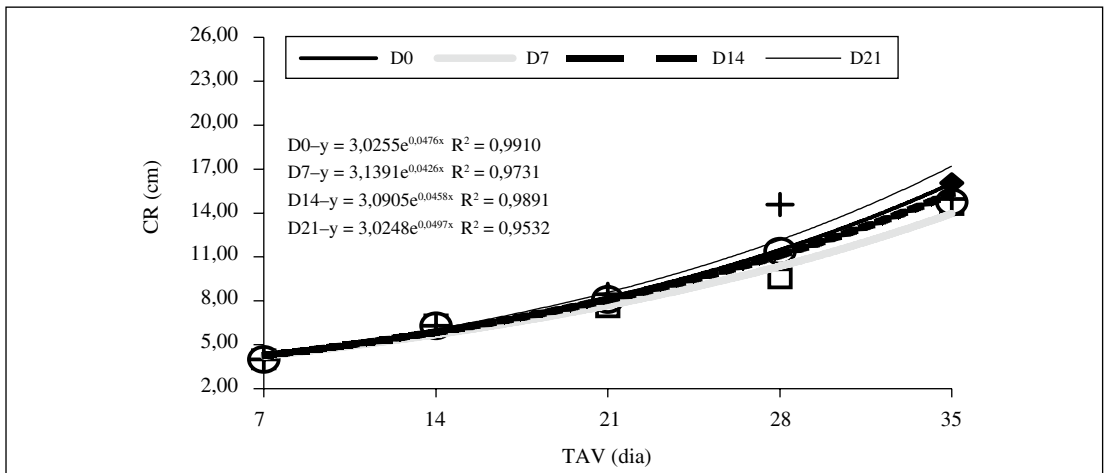


Figura 3. Comprimento da maior raiz de rabanete (CR), em cm, para estresse hídrico nas fases II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0) sem estresse, em função do tempo de avaliação (TAV) 7^o; 14^o; 21^o; 28^o e 35^o dia.

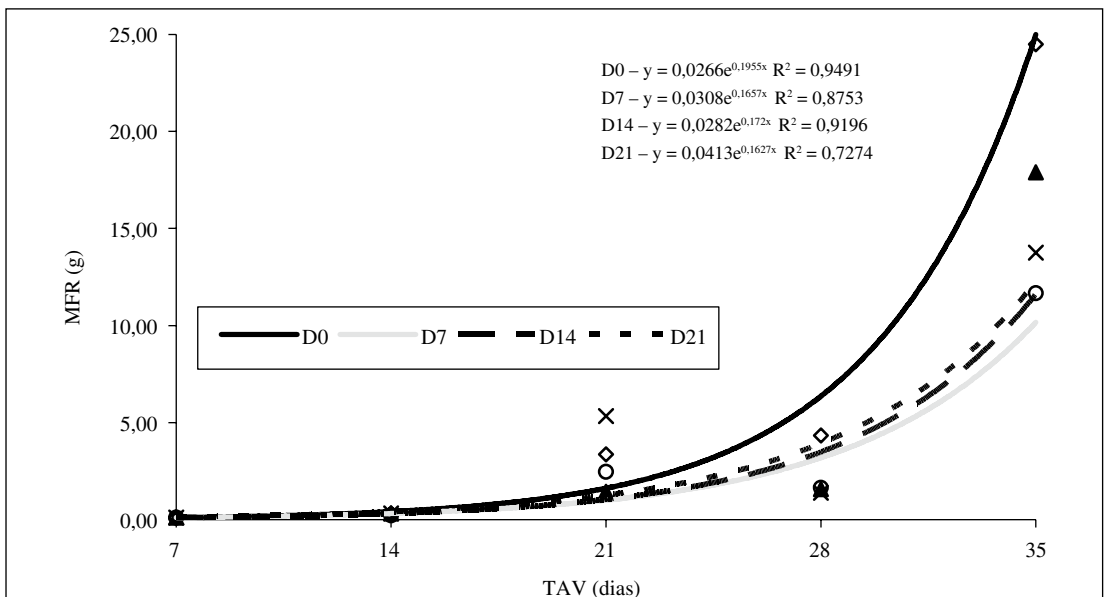


Figura 4. Matéria fresca da raiz de rabanete (MFR), em gramas, para estresse hídrico nas fases II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0) sem estresse, em função do tempo de avaliação (TAV) 7^o; 14^o; 21^o; 28^o e 35^o dia.

esses compostos são utilizados para crescimento da raiz, em detrimento do aumento do crescimento em diâmetro (Figura 1). O crescimento foi exponencial para maior raiz, em todos os tratamentos, com suas curvas muito próximas, mostrando comportamento de crescimento semelhante nas condições do presente experimento (Figura 3). De acordo com Larcher (2000) a primeira e mais sensível resposta à deficiência hídrica é a diminuição da turgescência e, associada a esse evento, a diminuição do processo de crescimento (particularmente o crescimento em extensão), dessa forma, o estresse hídrico não exerce influência

significativa sobre o comprimento da maior raiz do rabanete ao final do seu ciclo.

CONCLUSÃO

O estresse hídrico reduz o diâmetro do bulbo e a MFR do rabanete, principalmente quando aplicado na fase II. O comprimento da maior raiz é pouco influenciado pelo estresse hídrico, não apresentado diferença significativa ao final do ciclo da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDES, D.; MAESTRI, M.; VIEIRA, C.; GOMES, F.R. 1973.** Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Análise de crescimento. *Experientiae*, v. 15, p. 1-21.
- COSTA, C.C.; OLIVEIRA, C.D.; SILVA, C.J.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, I.C. 2006.** Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, v. 24, p. 118-122.
- CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. 1992.** Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas. In: BERGAMASCHI, H. (ed). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, 1992. cap. 6, p. 85-96.
- DADALTO, G.G.; FULLIN, E.A. 2001.** Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 4ª aproximação. Vitória-ES: SEEA/INCAPER, 2001. p. 184-185.
- DEMATTE, J.B.L.; MORETTI FILHO, J.; PERECIN, O. 1982.** Irrigação subterrânea por tubos porosos de Stauch e irrigação por aspersão com diferentes níveis de água disponível no solo. Influência sobre o desenvolvimento e a produção da cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). *Científica*, v. 10, p. 63-71.
- FILGUEIRA, F.A.R. 1982.** Manual de olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo: CERES, v. 2, p. 62-65.
- FILGUEIRA, F.A.R. 2003.** Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa-MG: UFV, p. 289-290.
- KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. 1995.** Water relations of plants and soils. San Diego: Academic, 495 p.
- LARCHER, W. 2000.** *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 531 p.
- LIMA BEZERRA, F.M.; ANGELOCCI, L.R.; MINAMI, K. 1998.** Deficiência hídrica em vários estádios de desenvolvimento da batata. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 2, p. 119-123.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. 2001.** Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. Brasília: Embrapa/CNPH, 111 p.
- MILLER, D.E.; MARTIN, M.W. 1983.** Effect of daily irrigation rate and soil texture on yield quality of russet bubank potatoes. *American Potato Journal*, v. 60, p. 745-757.
- MINAMI, K.; CARDOSO, A.L.I.; COSTA, F.; DUARTE, F.R. 1998.** Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. *Bragantia*, v. 57, p. 169-173.
- NEUMANN, P.; CHAZEN, O.; BOGOSLAVSKY, L.; HARTUNG, W. 1997.** Role of root derived ABA in regulating early leaf growth responses to water deficits. In: ALTMAN, A.; WAISEL, Y. (Ed.). *Biology of root formation and development*. New York: Plenum, p. 147-154.
- PEREIRA, A.J.; BLANK, A.F.; SOUZA, J.R. OLIVEIRA, P.M.; LIMA, L.A. 1999.** Efeito dos níveis de reposição e frequência de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. *Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 3, n. 1, p. 117-120.
- PIMENTEL, C. 2004.** A relação da planta com a água. Seropédica: RJ, 191 p.
- PRABHAKAR, M.; SRINIVAS, K.; HEGDE, D.M. 1991.** Effects of irrigation regimes and nitrogen fertilization on growth, yield, N uptake and water use by carrot (*Daucus carota* L.). *Gartenbauwissenschaft*, v. 56, n. 5, p. 206-209.
- SCALOPI, E.J.; KLAR, A.E. 1971.** A influência da irrigação e adubação no rendimento e tamanho de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Revista de Olericultura*, v. 11, p. 38.
- STONE, L.F.; PORTES, T.A.; MOREIRA, J.A.A. 1988.** Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 23, p. 503-510.