

Salinidade e disponibilidade hídrica no desempenho da cenoura

Francieli Panazzolo¹, Antônio Evaldo Klar², Elisandro Pires Frigo³, Késia Damaris De Azevedo Frigo⁴, Gabriela Bonassa⁴, Lara Talita Schneider⁴, Giordani Battisti⁴, Adriano Vitor Azevedo¹, Rosane Santos Grignet⁵

¹Professores Msc. na União Dinâmica da Faculdade Cataratas- UDC. fran.ambeintal@gmail.com
engpesk@gmail.com

²Professor Dr. Titular da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho- Faculdade de Ciências Agrônômicas- UNESP- Botucatu- SP

³Professor Dr. no Departamento de Engenharia e Exatas da Universidade Federal do Paraná- UFPR, Setor Palotina. epfrigo@ufpr.br

⁴Mestrandos em Engenharia de Energia na Agricultura na Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE. kesia.damaris@gmail.com, gabrielabonassa@gmail.com, laarats@gmail.com, giordanibattisti@hotmail.com

⁵Bióloga e Especialista em Microbiologia Aplicada pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas- UDC. ro2grignet@yahoo.com.br

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo avaliar os possíveis efeitos do estresse hídrico e salino no crescimento e nas características morfológicas da cultivar de cenoura Brasília. O manejo hídrico foi estabelecido com base no potencial de água no solo e foram determinados três níveis de água (-0,01; - 0,04 e -0,06 MPa) e utilizadas quatro doses de cloreto de sódio (1,41; 2,50; 4,50 e 6,45 dS m⁻¹), constituindo um fatorial 3x4. Os parâmetros morfológicos observados foram: altura da parte aérea (HPA), massas fresca (MFA) e seca (MSA) de parte aérea; massas fresca (MFR) e seca (MSR) da parte radicular (bulbo), comprimento da parte radicular (bulbo) (CPR), diâmetro da parte radicular (bulbo) (DPR) e produtividade. Foram realizadas três avaliações morfológicas durante os 100 dias após plantio e avaliações diárias de sobrevivência. A partir disso, não observou-se diferença significativa no desenvolvimento das plantas submetidas aos diferentes potenciais matriciais mínimos de água do solo (Ψ_s) = - 0,01; - 0,04 e -0,06 MPa aplicados. Os tratamentos que não receberam aplicação salina apresentaram tendência para maior desenvolvimento em relação à altura da parte aérea e ao comprimento dos bulbos nas três etapas avaliadas (60; 80 e 100 dias após o plantio); as aplicações das doses salinas (1,41; 2,50; 4,50 e 6,45 dS m⁻¹ de cloreto de sódio) não influenciaram estatisticamente no desenvolvimento das plantas. No que diz respeito às massas fresca e seca da parte aérea, massas fresca e seca dos bulbos e diâmetro dos bulbos, em nenhuma das etapas de avaliação a produtividade de bulbos foi influenciada pela salinidade.

Palavras-chave: *Daucus carota*, Irrigação, Produtividade.

Salinity and water availability on the performance of carrot

Abstract: This study aimed to evaluate the possible effects of water stress and salinity on growth and morphological characteristics of the Brasília cultivar. The water management was based on soil water potential determined and three water levels (-0.01; - 0.04 and -0.06 MPa), but with the replacement of water transpired by weighing the pots. We used four doses of sodium chloride (1.41; 2.50; 4.50 and 6.45 dS m⁻¹). The test consisted of a 3x4 factorial. The morphological parameters were: shoot height, fresh and dry shoot, fresh and dry weight of roots (bulb), length of roots (bulb), diameter of the root (bulb) and productivity. They performed three morphological evaluations during the 100 days after planting and daily assessments of survival. There are not observed significant differences on plant development subjected to different minimum soil water potentials (Ψ_s) = -0,01; - 0,04 e -0,06 MPa; the treatments that did not received saline doses showed higher development in relation to aerial part height and bulb length on three available periods (60; 80 e 100 days after planting); the applied saline doses (1,41; 2,50; 4,50 e 6,45 dS m⁻¹NaCl) did not statistically affect plant development in relation to fresh and dry of aerial part and bulbs, as well as, in relation to bulb diameter on all avaluation periods; bulb yeld was significantly affected by saline doses.

Keywords: Daucuscarota, Irrigation, Productivity.

Introdução

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma cultura de alta expressão econômica, considerada a principal hortaliça-raiz em valor alimentício, rica em vitaminas, principalmente provitamina A e sais minerais, sendo largamente utilizada na dieta alimentar brasileira (KRÄHMER et al., 2016; ACHARYA et al., 2016).

No cultivo de raízes, o excesso de sais e basicidade do solo é um aspecto relevante e que pode prejudicar o crescimento das plantas em virtude dos efeitos osmóticos, estresse oxidativo e toxicidade de íons específicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo (MAO et al., 2016; NAGAZ et al., 2012; INAL et al., 2009; ERASLAN et al., 2007).

Em relação aos níveis de tolerância a sais no solo e na água de irrigação, segundo Ayers e Westcot (1991), a cultura da cenoura não apresenta qualquer redução de produção quando a condutividade elétrica (CE) da água de irrigação é de até 0,7 mScm⁻¹ e CE do extrato saturado até 1,0 mScm⁻¹ a 25°C. Após esses valores há a necessidade de lixiviação de sais devido à baixa tolerância da cultura, ocasionando uma diminuição da produtividade.

A irrigação é uma prática adotada a mais de 4000 anos, considerada fundamental para garantir a estabilidade das colheitas, elevar o índice de produtividade das culturas e permitir a incorporação de áreas com precipitações reduzidas ou mal distribuídas no processo produtivo. Estima-se que em regiões de escassez de água, a produtividade das culturas pode aumentar em

até 300 % com estratégias de manejo e irrigação adequados (HOWELL, 2001; CARVALHO et al., 2014; TAL, 2016).

Segundo Carvalho et al. (2014) e Singh et al. (2012) a cenoura é uma cultura vegetal de curta duração, que se desenvolve bem em áreas tropicais e subtropicais, requer temperaturas elevadas e disponibilidade de água no solo, principalmente durante o seu desenvolvimento. O déficit de água induz ao endurecimento e queda no desenvolvimento das raízes.

A fração de esgotamento limite ou limiar da água disponível para as plantas é um parâmetro extremamente importante para o manejo da irrigação de qualquer cultivo e, segundo citação de Gomes (1994) para a cenoura este valor é de 40%, ou seja, tolera no máximo este percentual de redução da sua água disponível total.

A disponibilidade de água no solo às plantas é essencial para o desenvolvimento das culturas e deve ser adequada para cada espécie vegetal. Entretanto, a instalação e manejo incorreto de sistemas de irrigação podem contribuir para a obtenção de baixas produtividades, além de favorecer a salinização do solo pela acumulação de sais nas regiões radiculares das culturas, devido a uma lixiviação e drenagem ineficiente, o que afeta diretamente a produção das mesmas. A prática da irrigação aliada a um manejo adequado é um instrumento de aumento na oferta de produtos agrícolas e menores desperdícios (SINGH, 2015).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento, características morfológicas das plantas e produtividade da cenoura quando submetida a diferentes níveis de água e doses de salinidade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fazenda Experimental Lageado, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, UNESP (786 m de altitude; 22°51' latitude Sul e 48°26' longitude Oeste), no período de setembro de 2009 a janeiro de 2010.

Utilizou-se a variedade de cenoura, cv. Brasília, cedida pelo Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA/UNESP, campus de Botucatu/SP.

No momento do enchimento dos vasos, o solo recebeu a aplicação de calagem (calcário dolomítico) e adubação conforme a metodologia exposta por Raijet al. (1997).

A semeadura foi realizada no dia 24/09/2009, com um total de 20 sementes por vaso, em sulcos de aproximadamente 1,5 cm de profundidade. O desbaste aconteceu em três etapas,

em função da fragilidade desta cultura na fase inicial de seu desenvolvimento, deixando-se quatro plantas por vaso.

Realizou-se o monitoramento diário da temperatura e da umidade relativa do ar por meio de termômetros de máxima, bulbo seco e bulbo úmido localizado no abrigo meteorológico no interior da casa de vegetação. Os dados de evaporação também foram medidos diariamente em tanque classe A, considerando o valor de K_p (coeficiente do tanque) igual a 1, em casa de vegetação na mesma Fazenda Experimental do Lageado. Já a evapotranspiração de referência foi determinada com base no citado por Braga e Klar (2000).

As doses aplicadas nos tratamentos salinos foram 1,41; 2,50; 4,50 e 6,45 dS m^{-1} , equivalente a 0; 5; 15 e 25 ml de solução de cloreto de sódio (NaCl) (2M) por litro de água, respectivamente.

As aplicações da solução salina, inicialmente, foram realizadas uma vez por semana, no momento da irrigação dos vasos em função da baixa tolerância da cultura. No entanto, como as plantas não apresentaram sinais de alteração aparentemente significativa nos primeiros 20 dias de aplicação as doses salinas passaram a ser aplicadas diariamente, a fim de acelerar e acentuar os possíveis efeitos do tratamento.

Foram estabelecidos três manejos hídricos (teores de água de -0,01; -0,04 e -0,06 MPa) de acordo com a umidade do solo, observada na Tabela 1, e avaliados pelo método da pesagem. Os vasos eram pesados diariamente e quando atingiam as medidas do peso pré-determinado para cada tratamento, correspondente a um determinado nível de água no solo, a água era repostada até alcançar o peso correspondente ao potencial de água de -0,01 MPa.

Tabela 1. Relações entre os potenciais e os teores de água do solo

	Potencial de água no solo (MPa)						
	-0,01	-0,03	-0,05	-0,1	-0,3	-0,5	-1,5
Teor de Umidade (%)	17,76	14,28	13,2	12,24	11,28	11,4	10,8

As avaliações das características morfológicas foram realizadas em três etapas, sendo estas aos 60; 80 e 100 dias após a semeadura (DAP), respectivamente.

Para a estimativa dos efeitos dos tratamentos no desenvolvimento vegetal avaliou-se a parte aérea, radicular e produtividade da cultura da cenoura conforme observado na Tabela 2.

Os parâmetros morfológicos analisados no cultivo da cenoura submetida a diferentes níveis de água e dosagem salina foram: Parte aérea: análise de Altura (HPA), Massa fresca (MFA) e Massa fresca (MAS/); Parte radicular: análise de Massa fresca (MFR), Massa seca (MSR), Comprimento (CPR), Diâmetro (DPR) e por fim foram analisados valores de Produtividade.

Utilizou-se cinco plantas de cada tratamento por avaliação. A matéria seca foi obtida em estufa a temperatura de 60°C até atingir peso constante. Para a estimativa de produtividade foi considerado o peso da parte radicular.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e em arranjo fatorial (3 níveis de água x 4 doses de salinidade). Foram empregados os desdobramentos necessários e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa utilizado para realizar a estatística do trabalho foi o SISVAR 5.0.

As abreviaturas utilizadas no presente trabalho são: I1S0 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,01 MPa e dose salina de 1,41 dS m⁻¹ de NaCl); I1S1 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,01 MPa e dose salina de 2,50 dS m⁻¹ de NaCl); I1S2 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,01 MPa e dose salina de 4,50 dS m⁻¹ de NaCl); I1S3 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,01 MPa e dose salina de 6,45 dS m⁻¹ de NaCl); I2S0 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,04 MPa e dose salina de 1,41 dS m⁻¹ de NaCl); I2S1 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,04 MPa e dose salina de 2,50 dS m⁻¹ de NaCl); I2S2 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,04 MPa e dose salina de 4,50 dS m⁻¹ de NaCl); I2S3 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,04 MPa e dose salina de 6,45 dS m⁻¹ de NaCl); I3S0 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,06 MPa e dose salina de 1,41 dS m⁻¹ de NaCl); I3S1 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,06 MPa e dose salina de 2,50 dS m⁻¹ de NaCl); I3S2 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,06 MPa e dose salina de 4,50 dS m⁻¹ de NaCl); I3S3 (plantas do tratamento irrigado com nível de água de -0,06 MPa e dose salina de 6,45 dS m⁻¹ de NaCl).

Resultados e discussão

A altura da parte aérea das plantas de cenoura foi avaliada em três etapas: aos 60, 80 e 100 DAP (Figuras 1, 2 e 3, respectivamente). Através da análise estatística observou-se que não houve diferenças significativas nas médias de altura das plantas de cenouras nas três

etapas. No entanto, pode-se observar que os tratamentos apresentaram uma tendência de decréscimo, desde o tratamento sem aplicação salina até o tratamento T4* (14,45 cm), T8 (14,55 cm) e T12 (13,65 cm), que receberam as maiores doses de NaCl e apresentaram os menores valores, mostrando uma tendência de que, quanto maior a salinidade no solo, menor a altura da parte aérea das plantas.

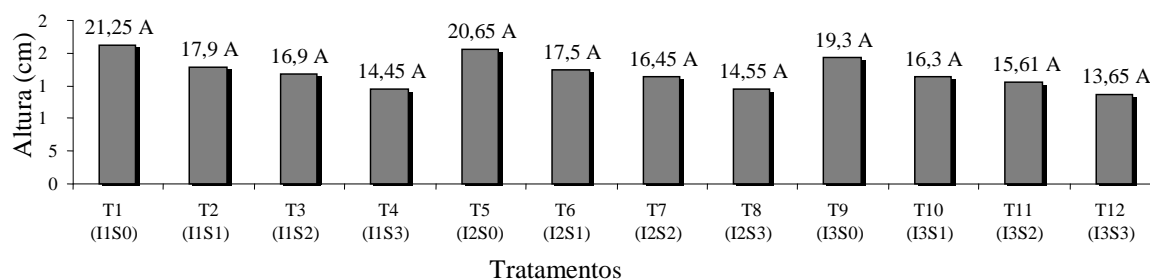


Figura 1. Alturas médias das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 60 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)*.

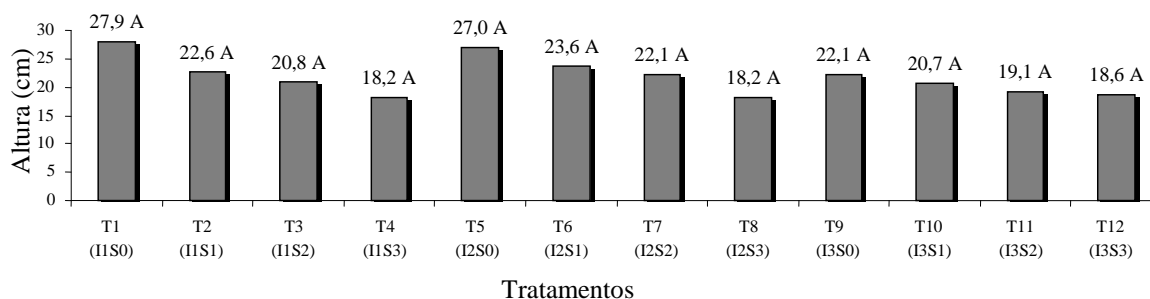


Figura 2. Alturas médias das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 80 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

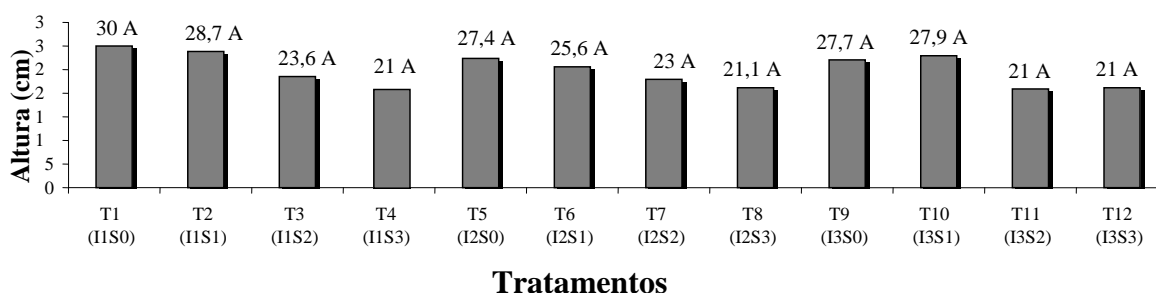


Figura 3. Alturas médias das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 100 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

As médias de altura das plantas, aos 100 DAP, também se comportaram como aqueles provenientes das medições aos 60 e 80 dias, ou seja, apresentando a mesma tendência de decréscimo de altura (porém sem diferença significativa a 5% de probabilidade), acompanhando o aumento das doses de sal aplicadas no solo (Figura 3).

Na comparação entre os três níveis de água (-0,01; -0,04 e -0,06 MPa) aplicados, observou-se que os tratamentos não diferenciam entre si.

Neves et al., (2008) observou que a aplicação de água salina na cultura de feijão-de-corda durante a germinação e crescimento inicial é inibido e atrasado quanto comparado a cultura que não recebeu adubação salina.

Nobre et al, (2010) em seu estudo verificou que a altura da planta de girassol foi afetado linear e negativamente pela água salina.

Porém em estudos realizados por Nóbrego et al, (2012), foi concluído que a irrigação realizada por água salina não influenciou no desenvolvimento e crescimento de plantas, exceto após os 150 DAP.

No que concerne a avaliação de massa fresca e massa seca das plantas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em nenhuma das etapas de avaliação (Figura 4).

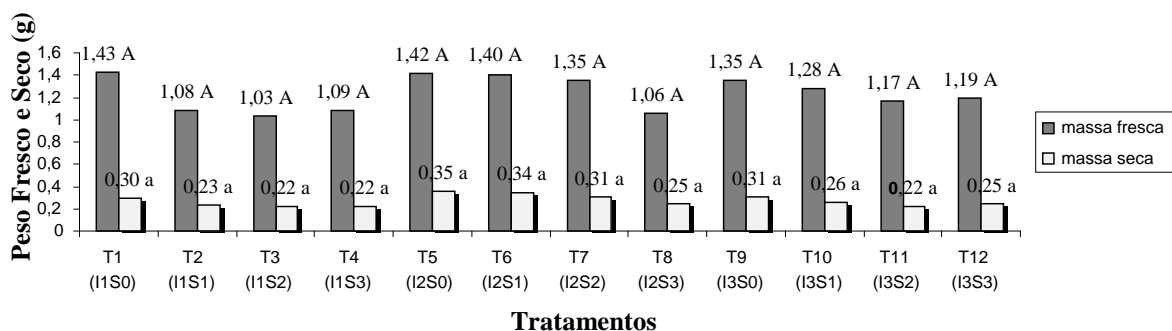


Figura 4. Médias das massas fresca e seca da parte aérea das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 60 DAP, em gramas, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos, com relação às massas frescas e secas aos 60, 80 e 100 dias, não permitiram a diferenciação entre os tratamentos salinos aplicados, também indicando a necessidade de se desenvolver trabalhos, talvez com valores outros nas dosagens salinas.

Em relação aos valores obtidos de massa seca nos tratamentos, reporta-se a Teófilo et al. (2009), que trabalhando com três cultivares de cenoura (Alvorada, Brasília e Esplanada), observaram um aumento linear durante o ciclo produtivo, quando submetidas à adubação e irrigação convencional. Relatam ainda que a planta inicialmente destina os fotoassimilados produzidos à formação de estruturas da parte aérea visando aumentar a área foliar. No entanto, a partir de determinado momento, a tendência é que a maior parte dos fotoassimilados produzidos seja destinada às estruturas de reservas (drenos), que no caso da cenoura é a raiz. Porém, convém salientar que as dosagens salinas e níveis de água não foram semelhantes aos deste experimento.

Para os caracteres massa seca e massa fresca da parte aérea (Figuras 5 e 6, aos 80 e 100 DAP, respectivamente) observa-se, também, que a aplicação das doses de salinidade não afetaram significativamente os tratamentos ($p \leq 0,05$). Entre os três níveis de água (-0,01; -0,04 e -0,06 MPa) aplicados, notou-se que os tratamentos não se diferenciaram entre si.

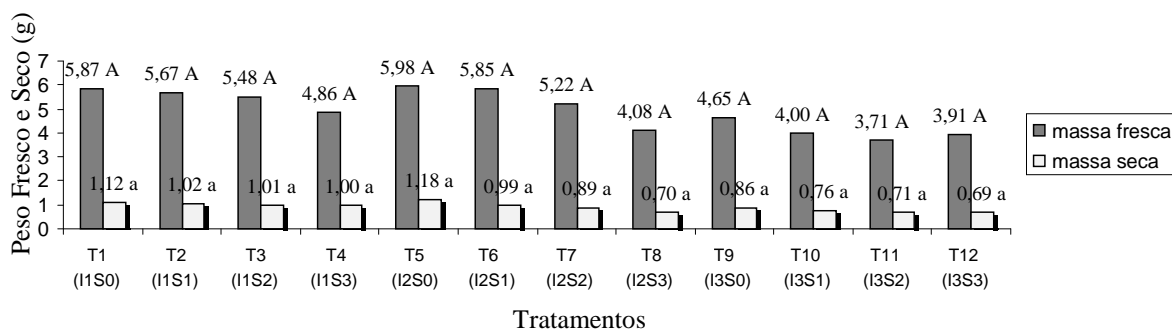


Figura 5. Médias das massas fresca e seca da parte aérea das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 80 DAP, em gramas, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

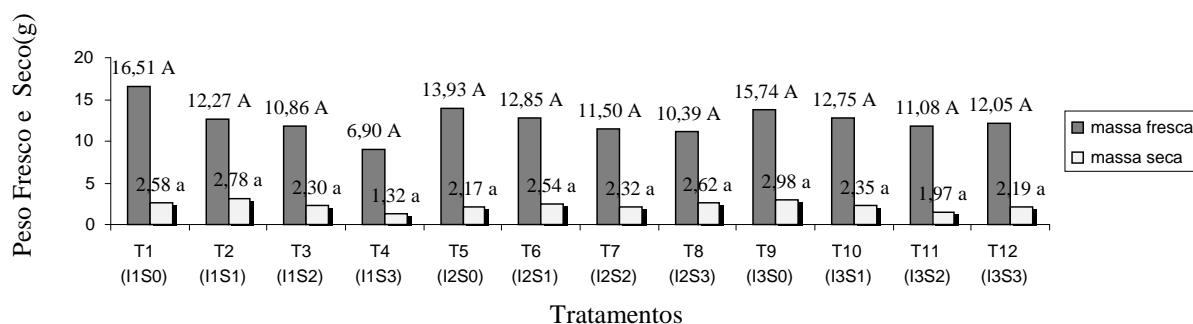


Figura 6. Médias das massas fresca e seca da parte aérea das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 100 DAP, em gramas, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Nobre et al, (2011) observou que a massa de matéria seca da cultura de girassol decresceram de forma linear a partir da irrigação com água salina de $0,5 \text{ DS m}^{-1}$.

No trabalho realizado por Sá et al, (2013), na produção de mudas da cultura de mamoeiro verificou-se uma menor produção de massa seca da parte aérea relacionado com o aumento da salinidade da água, concluindo que a área foliar está diretamente relacionada com o teor de sal presente na água.

As massas, fresca e seca da parte radicular, representada pelos bulbos da cenoura, seguem o comportamento das massas da parte aérea, não diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos nas três etapas estudadas (Figura 7).

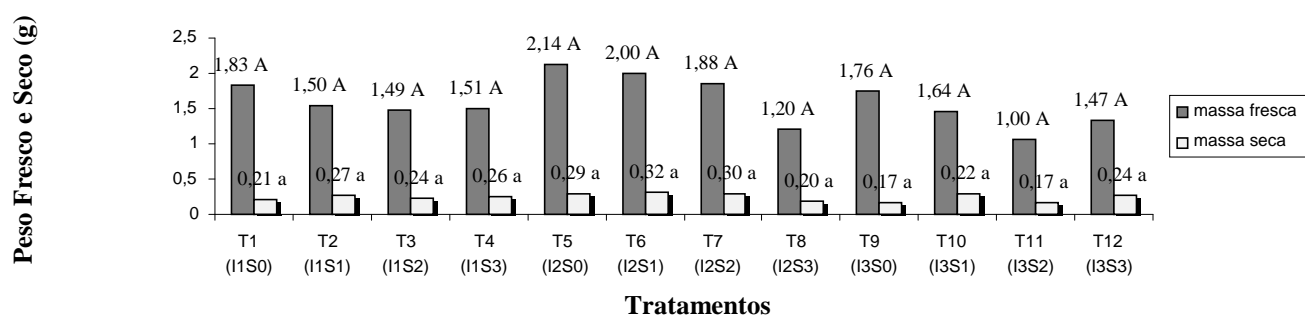


Figura 7. Médias das massas fresca e seca dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 60 DAP, em gramas, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Nas Figuras 8 e 9, aos 80 e 100 DAP, respectivamente, observa-se que a aplicação das doses de salinidade, não afetou significativamente os tratamentos, quanto a massa seca e fresca da parte radicular. Na Figura 9, aos 100 DAP, os valores de massa seca não foram determinados, uma vez que as raízes foram encaminhadas para análise em laboratório. Contudo, a quantidade de matéria fresca se mostrou insuficiente para tal determinação, assim, não foi possível determinar a massa seca dos bulbos, tampouco o nível de pigmentação das raízes nesta etapa de avaliação. Entre os três níveis de água (-0,01; -0,04 e -0,06 MPa) aplicados, observou-se que os tratamentos não se diferenciaram entre si ($p \leq 0,05$).

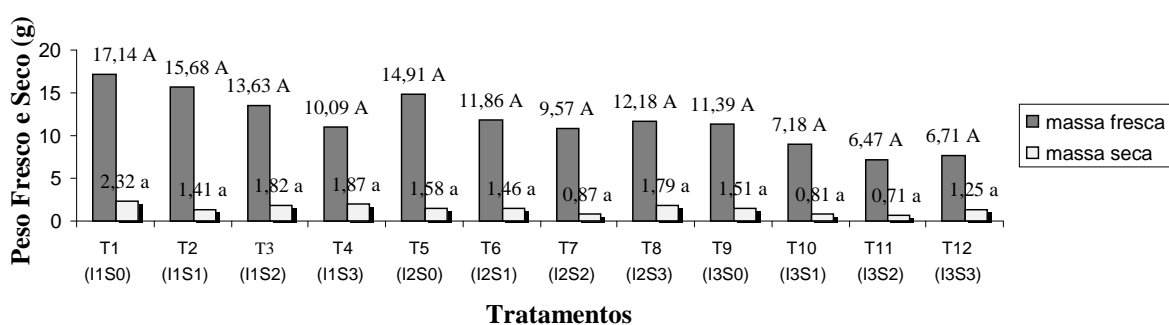


Figura 8. Médias das massas fresca e seca dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 80 DAP, em gramas, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

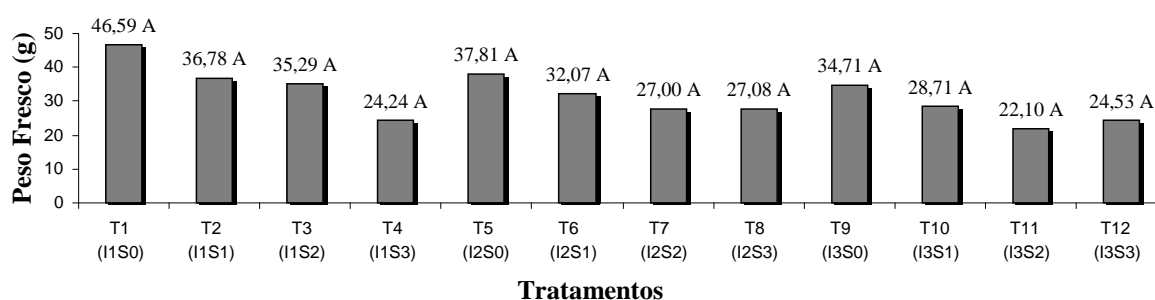


Figura 9. Médias das massas fresca dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 100 DAP, em gramas, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Resende e Braga (2014), encontraram valores superiores avaliando o comportamento produtivo de 13 cultivares de cenoura para as condições do Submédio do Vale do São Francisco em sistema orgânico por um período de 90 DAP, observaram massa fresca de raizno cultivar Brasília de 108,3 g, no entanto, tal fato pode estar relacionado a questões climáticas e pelo método de cultivo.

As médias dos valores do diâmetro do bulbo não foram influenciadas pelos níveis de água e doses de salinidade aplicados ($p \leq 0,05$). As variações ocorridas não possibilitaram afirmar que os tratamentos influenciaram o diâmetro dos bulbos (Figura 10).

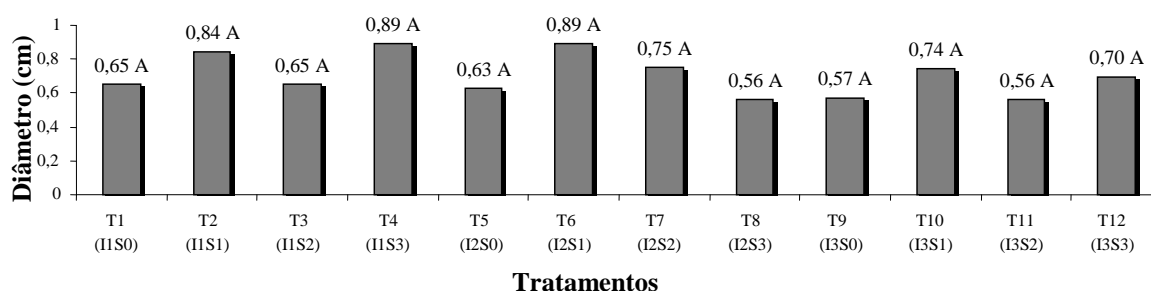


Figura 10. Médias dos diâmetros dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 60 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Observando os valores para diâmetro de bulbo aos 80 e 100 DAP (Figuras 11 e 12), denota-se que a partir dos 60 DAP, os valores obtidos nos tratamentos também demonstraram uma aparente uniformidade no diâmetro dos bulbos, não detectando influencia ($p \leq 0,05$) pelas doses salinas e níveis de água aplicados.

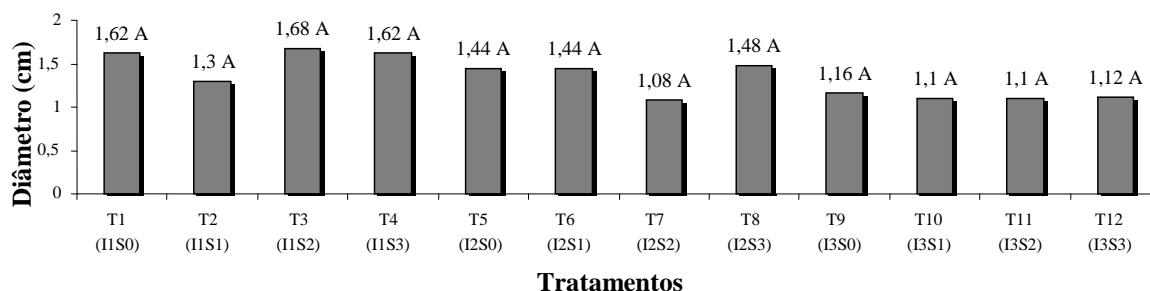


Figura 11. Médias dos diâmetros dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 80 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

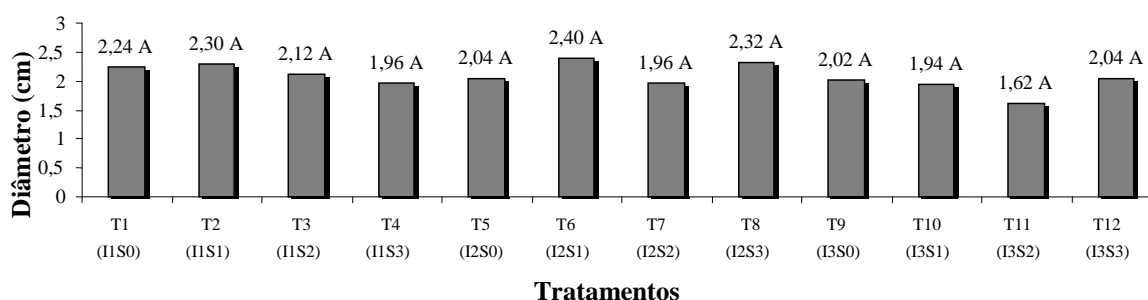


Figura 12. Médias dos diâmetros dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 100 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Carvalho et al. (2015), trabalhando com potencial produtivo de cultivares de polinização livre e híbridos experimentais em Brasília – DF por um período de 100 DAP, encontrou resultados um pouco a cima do referido trabalho com diâmetros de bulbo variando entre 2,98 a 3,04 cm.

As médias do comprimento dos bulbos, aos 60 DAP, apresentaram diferenças significativas, como identificado na Figura 13. O comprimento do tratamento T1 (9,9 cm) foi superior aos tratamentos T4 (6,1 cm) e T12 (6,35 cm), no entanto, T1, T4 e T12, não se diferenciaram dos demais. Os outros tratamentos não se diferenciaram entre si, mesmo assim, ocorreu que os tratamentos T1, T5 (9,5 cm), T9 (8,6 cm) e T10 (8,6 cm) apresentarem valores interessantes com relação aos demais.

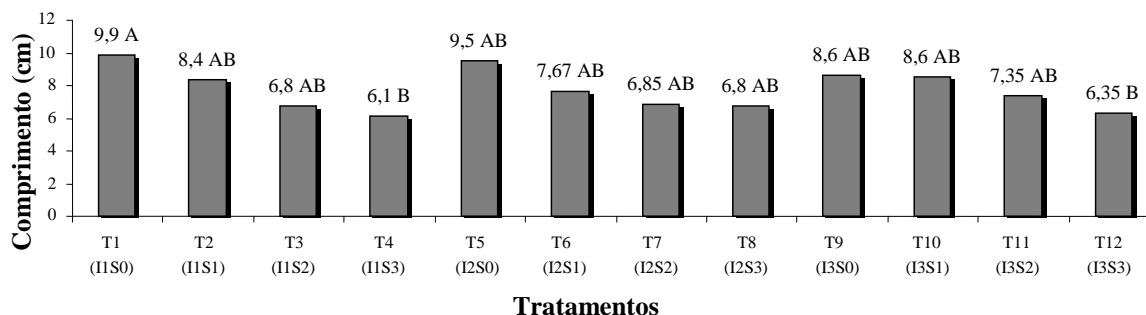


Figura 13. Comprimentos médios dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 60 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Nas Figuras 14 e 15, aos 80 e 100 DAP, respectivamente, não se observou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, quanto ao comprimento dos bulbos. Contudo, verificou-se uma tendência numérica de que, quanto maior a dose salina aplicada, menor o comprimento dos bulbos da planta de cenoura.

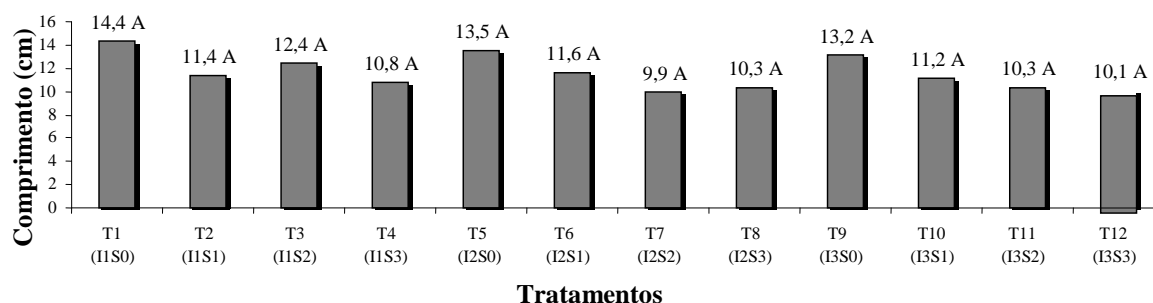


Figura 14. Comprimentos médios dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 80 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

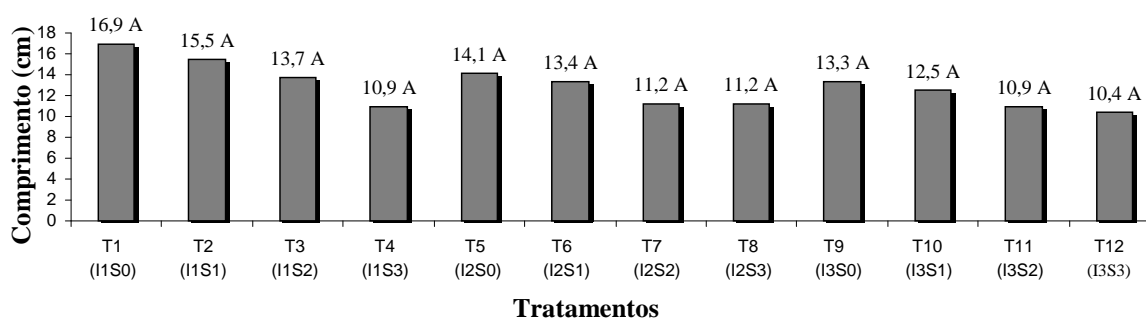


Figura 15. Comprimentos médios dos bulbos das plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 100 DAP, em cm, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Pereira et al. (2015), avaliando potencial agrônomico de 24 híbridos de cenoura sendo 9 também obtidos do cultivar Brasília por um período de 120 DAP, encontrou comprimento médio do bulbo de 15,72 cm, resultado esse compatível com o presente trabalho.

A partir dos resultados relacionados as característica morfológicas e variáveis que denotam o crescimento do vegetal, conjectura-se que as condições simuladas de disponibilidade hídrica e salinidade, para a cultivar utilizada e dentro das circunstâncias submetidas, não foi estressante ao desenvolvimento das plantas. De forma hipotética, faz-se a afirmativa de que tais tratamentos empregados não impuseram um “*strain*” plástico as plantas, que mesmo diante de fatores tidos como limitantes, apresentaram performance satisfatória, o que é confirmado pela ausência de diferenças significativa ($p \leq 0,05$). Tal fato discorda dos resultados obtido por Dias et al. (2015), que trabalhando com a cultivar Brasília sob diferentes temperaturas (variando de 15 a 35°C) e concentrações salinas (entre -0,4 e -2,0 Mpa), observaram que a medida que se aumenta a temperatura e o potencial osmótico, há uma perceptível queda na taxa de germinação, índice de velocidade de emergência, massa fresca e massa seca da planta, reduzindo drasticamente seu potencial.

A produtividade da cultura de cenoura foi determinada baseada nos valores obtidos de massa total dos bulbos (Figura 16). Considerou-se por bem fazer a transformação em $t \text{ ha}^{-1}$ o que possibilita a comparação com a literatura pertinente.

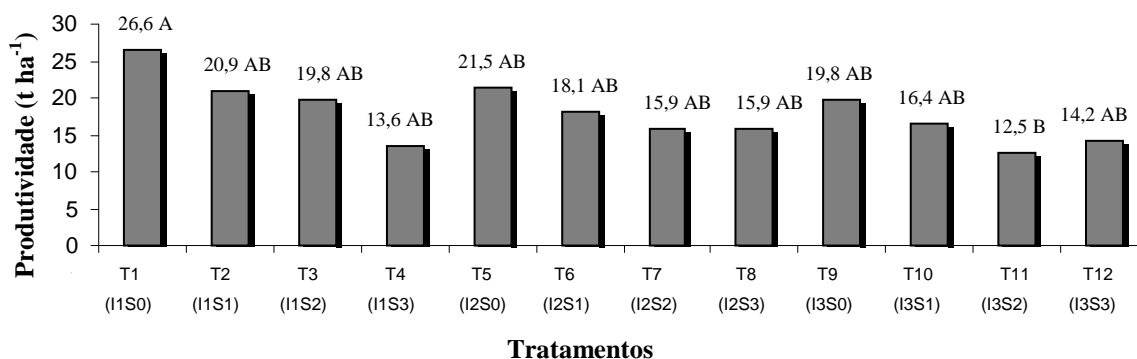


Figura 16. Produtividade da cultura de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, aos 100 DAP, em t ha⁻¹, submetidas a diferentes doses de salinidade e níveis de água, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Caracterizou-se a ocorrência de variação significativa na produtividade, entre 26,6 e 12,5 t ha⁻¹, valores salinos extremos entre os tratamentos T1 e T11. Destaca-se que não sucedeu diferenciação estatística entre os demais tratamentos ($p \leq 0,05$).

Os valores obtidos são inferiores aos encontrados por Carvalho et al. (2016), que trabalhando a campo em sistema agroecológico utilizando a mesma cultivar em diferentes laminas de irrigação, obtiveram produção que variou de 31,7 a 62,8 t ha⁻¹, devido ao aumento de água no sistema baseado na taxa de evapotranspiração. Subsequente a Carvalho, Resende et al. (2016), trabalhando em sistema orgânico em comparação de cultivares para a região de Petrolina – PE, com a cultivar Brasília teve rendimentos em torno de 53,5 t ha⁻¹. Batista et al. (2016), avaliando a eficiência agrônômica do consórcio de rúcula com cenoura em Alagoinha – RN, sob diferentes populações obteve valores de produtividade máxima de 33,74 t ha⁻¹.

Dessa forma as produtividades encontradas (nas estimativas feitas no cultivo em vasos), pode-se julgar não tão satisfatórias uma vez comparadas com as médias acima supracitadas e também pela média nacional de 31,2 t ha⁻¹ (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2013), e mundial de 31 t ha⁻¹ (FAO, 2014).

Vários autores também relatam o efeito salino observado em outras culturas como Sá et al. (2016), que trabalharam com 5 níveis de salinidade (0,6 -controle; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e 4 cultivares de mamoeira (BRS Energia; LA Guarani; BRS Gabriela e IAC 028) e observaram que o aumento da salinidade reduziu crescimento e o acúmulo de matéria seca de todas as cultivares estudadas. Duarte e Souza (2016), realizaram avaliação no potencial de

água no sistema solo-planta na cultura do pimentão, utilizando seis níveis de condutividade elétrica (0, 1, 3, 5, 7 e 9 dS m⁻¹) e relacionando com o potencial osmótico da planta e matricial do solo e observaram que o potencial hídrico total do solo não deve ser considerado semelhante ao potencial da planta por existir desequilíbrio na condutividade entre os dois e essa diferença resulta diretamente em problemas de ordem fisiológica na planta.

A partir dos resultados de produtividade, aliados aos demais caracteres avaliados, infere-se a parcial tolerância da espécie ou mais precisamente, da cultivar utilizada, quanto aos níveis potencialmente estressores, no quesito hídrico e salino. Porém, os resultados deste ensaio são preliminares e, apontam para a necessidade de avaliações mais amplas, contextuais, que envolvam mais fatores influentes (como diferentes genótipos, solos, manejos, entre outros) e em condições de campo. Pois a literatura pertinente aponta para possíveis efeitos danosos ao desenvolvimento vegetal pelo estresse salino (DIAS, et al., 2015; NAGAZ, MASMOUDI e MECHLIA, 2011; PEDROTTI, et al., 2015).

Pelos resultados apresentados neste experimento com a cultura da cenoura, levando-se em consideração a quantidade de água salina oriunda de poços perfurados e os solos salinos, julgam-se necessários maiores pesquisas que venham a alicerçar, ou não, os resultados obtidos no presente estudo, como forma de viabilizar seu uso e aproveitamento.

Conclusões

Não foram observadas diferenças significativas no desenvolvimento das plantas submetidas aos diferentes potenciais matriciais mínimos de água do solo (Ψ_s) = -0,01; - 0,04 e -0,06 MPa aplicados;

Os tratamentos que não receberam aplicação salina apresentaram tendência para maior desenvolvimento em relação à altura da parte aérea e ao comprimento dos bulbos nas três etapas avaliadas (60, 80 e 100 dias após o plantio);

As aplicações das doses salinas (1,41; 2,50; 4,50 e 6,45 dS m⁻¹ de cloreto de sódio) não influenciaram estatisticamente no desenvolvimento das plantas, no que diz respeito às massas fresca e seca da parte aérea, massas fresca e seca dos bulbos e diâmetro dos bulbos em nenhuma das etapas de avaliação.

Referências

- ACHARYA, C.; MANDAL, M.; DUTTA, T.; GHOSH, A. K.; JAISANKAR, P. Enzyme from *Daucus carota* root catalyzed asymmetric cross aldol reaction. **Tetrahedron Letters**, v. 57, n. 39, p. 4382-4385, 2016.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p.
- BATISTA, T. M. V. et al. Eficiência agrônômica do consórcio de rúcula com cenoura sob diferentes populações. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.29, n.1, Jan./Mar. 2016.
- BRAGA, M. B.; KLAR, A. E. Evaporação e evapotranspiração de referência em campo e em estufas orientadas nos sentidos norte/sul e leste/oeste. **Irriga, Botucatu**, v. 5, n. 3, p. 222-228, 2000.
- CARVALHO, D. F.; DOMÍNGUEZ, A.; NETO, D. H. O.; TARJUELO, J. M.; ROMERO, A. M. Combination of sowing date with deficit irrigation for improving the profitability of carrot in a tropical environment (Brazil). **Scientia Horticulturae**, v. 179, p. 112-121, 2014.
- CARVALHO, A. D. F. et al. Produtividade e tolerância à queima-das-folhas de diferentes genótipos de cenoura de verão. **Revista Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.33, n.3, Jul./Sept. 2015.
- CARVALHO, C. *et al.* **Embrapa Hortaliças - Anuário brasileiro de hortaliças**. Ed Gazeta. Santa Cruz do Sul, 2013.
- CARVALHO, F. D. *et al.* Produtividade, eficiência no uso da água e fator de resposta em produção de cenoura sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v. 46, n. 7, 2016.
- DIAS, M. P. *et al.* Germinação de sementes de cenoura em diferentes condições de salinidade e temperatura. **Revista Idesia. Arica**, v.33, n.4, nov. 2015.
- DUARTE, H. H. F.; SOUZA, E. R. de. Soil water potentials and *Capsicum annuum* L. under salinity. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa, v.40, 2016.
- ERASLAN, F.; INAL, A.; GUNES, A.; ALPASLAN, M. Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. **Scientia Horticulturae**, v. 113, n. 2, p. 120-128, 2007.
- FAO. 2014. **Agricultural production, primary crops**. Disponível em; < <http://www.fao.org> >. Acessado em 13 ago. 2016.
- GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 1994. 344 p.
- HOWELL, T. A. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 2, pp. 281-289, 2001.

INAL, A.; GUNES, A.; PILBEAM, D. J.; KADIOGLU, Y. K.; ERASLAN, F. Concentrations of essential and nonessential elements in shoots and storage roots of carrot grown in NaCl and Na₂SO₄ salinity. **X-Ray Spectrom**, v. 38, p. 45-51, 2009.

KRÄHMER, A.; BÖTTCHER, C.; RODE, A.; NOTHNAGEL, T.; SCHULZ, H. Quantifying biochemical quality parameters in carrots (*Daucus carota* L.) – FT-Raman spectroscopy as efficient tool for rapid metabolite profiling. **Food Chemistry**, v. 212, n. 1, pp. 495–502, 2016.

MAO, P.; ZHANG, Y.; CAO, B.; GUO, L.; SHAO, H.; CAO, Z.; JIANG, Q.; WANG, X. Effects of salt stress on eco-physiological characteristics in *Robinia pseudoacacia* based on salt-soil rhizosphere. **Science of The Total Environment**, v. 568, n. 15, pp. 118–123, 2016.

NAGAZ, K.; MASMOUDI, M. M.; MECHLIA, N. B. Impacts of irrigation regimes with saline water on carrot productivity and soil salinity. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 11, n. 1, p. 19-27, 2012.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**. v.39, n.3, p. 758-765, 2009.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, **Revista Ciência Agrônômica**. v.41, n.3, p. 358-365, 2010.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.35, p. 929-937, 2011.

NÓBREGA, J. A.; AZEVEDO, C. A. V.; NETO, J. D.; LIMA, V. L. A.; NETO, G. C. G. Crescimento do Pinhão- Manso sob irrigação com água salina e adubação orgânica em condições de campo. **Revista Verde**, v.7, n.1, p. 61-70. 2012.

PEDROTTI, A. et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 19, n. 2, maio-ago. p. 1308-1324, 2015

PEREIRA, R. B. et al. Avaliação de híbridos experimentais de cenoura no Distrito Federal. **Revista Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.33, n.1, Jan./Mar. 2015.

RAIJ, B. van et al. (Ed.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico de Campinas**, Campinas, n. 100, 1997. 285 p.

RESENDE, G. M.; BRAGA, M. B. Produtividade de cultivares e populações de cenoura em sistema orgânico de cultivo. **Revista Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.32, n.1, Jan./Mar. 2014.

RESENDE, G. M. *et al.* Desempenho de cultivares de cenoura em sistema orgânico de cultivo em condições de temperaturas elevadas. **Revista Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.34, n.1, Jan./Mar. 2016.

SÁ, F. V.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; NETO, P. A.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I.B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.17, n.10, p.1047-1054, 2013.

SÁ, F. V. S. et al. Tolerância de cultivares de mamona sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.20, n.6, jun. 2016.

SINGH, A. Soil salinization and waterlogging: A threat to environment and agricultural sustainability. **Ecological Indicators**, v. 57, pp. 128–130, 2015.

SINGH, D. P.; BELOY, J.; MCLNERNEY, J. K.; DAY, L. Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota*). **Food Chemistry**, v. 132, n. 3, p. 1161-1170, 2012.

TAL, A. Review- Rethinking the sustainability of Israel's irrigation practices in the Drylands. **Water Research**, v. 90, n. 1, pp. 387–394, 2016.

TEÓFILO, T. M. S. et al. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró – RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 168-174, 2009.