

Análise quantitativa da cebolinha irrigada com água salina

Patrícia Ferreira da Silva^{1*}, Valéria Santos Cavalcante², Jania Cláudia Camilo dos Santos¹,
Elenize Silva Costa³, Josefa Tatiana Vieira Barbosa¹

¹Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil

²Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, SP, Brasil

³Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: patrycyafs@yahoo.com.br

Resumo

A cebolinha comum (*Allium fistulosum*) é uma das hortaliças mais produzidas no Estado de Alagoas, sendo cultivada por pequenos olericultores. Entretanto, o cultivo desta hortaliça na região sofre sérios problemas com relação à má qualidade da água de irrigação. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o crescimento inicial do *Allium fistulosum* irrigado com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Em experimento conduzido em condição de campo no campus da Universidade Federal de Alagoas - Arapiraca. Os tratamentos foram cinco níveis de condutividade elétrica (S_1 : 0,7; S_2 : 1,4; S_3 : 2,1; S_4 : 2,8; S_5 : 3,5 dS m⁻¹). O delineamento foi em blocos casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste F a ($P < 0,05$ e $0,01$). O máximo rendimento para as variáveis massa seca de raiz, massa seca total de raiz, comprimento de raiz, número de bulbos, massa fresca de raiz e relação raiz:parte aérea foi obtido com aproximadamente 2,00 dS m⁻¹ aos 15 dias após o transplante. As variáveis massa seca de raiz, massa seca total de raiz, massa fresca de raiz, crescimento de raiz, diâmetro inferior do bulbo e relação raiz:parte aérea aos 30 dias após o transplante tiveram decréscimo linear com redução a partir de 0,7 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Allium fistulosum*, qualidade da água, condutividade elétrica, produtividade

Quantitative analysis of chives irrigated with saline water

Abstract

The common chives (*Allium fistulosum*) is one of the vegetables most produced in the Alagoas state, being cultivated by small farmers. However, the cultivation of this vegetable in the region suffers serious problems with the poor quality of irrigation water. In this sense, the objective was to evaluate the growth *Allium fistulosum* irrigated with different salinity levels of irrigation water. In an experiment conducted under field condition in campus of the Federal University of Alagoas - Arapiraca. The treatments were five levels of electrical conductivity (S_1 : 0.7, S_2 : 1.4, S_3 : 2.1; S_4 : 2.8; S_5 : 3.5 dS m⁻¹). The maximum performance for the variables root dry mass, total dry mass of root, root length, number of bulbs, fresh mass of the root and relation root:aerial part was obtained with approximately 2.00 dS m⁻¹ at 15 days after transplantation. Variables root dry mass, total dry mass of root, fresh mass of root, root growth, bottom diameter of the bulb and the relation root:aerial part at 30 days after transplantation had a linear decrease reduction from 0.7 dS m⁻¹.

Keywords: *Allium fistulosum*, Water Quality, Electrical Conductivity, yield

Introdução

A cebolinha comum (*Allium fistulosum*, L.), originária da Sibéria, é um dos condimentos mais apreciado pela população, sendo cultivada por pequenos olericultores (Heredia et al., 2003). A planta é considerada perene, apresenta folhas tubulares-alongadas, macia e aromáticas, de alto valor condimentar e caracteriza-se pelo intenso perfilhamento formando touceiras (Figueira, 2008). Para o cultivo da cebolinha na região agreste de Alagoas a utilização de águas de má qualidade na irrigação, tem desqualificado os solos da região comprometendo a produtividade e qualidade da cebolinha (Silva et al., 2008).

A salinidade na agricultura é um problema que atinge a região semiárida devido à má qualidade da água de irrigação utilizada no Nordeste. A diminuição da produtividade é consequência dos acréscimos salinos impostos à cultura, por meio da água de irrigação durante seu ciclo (Bezerra et al., 2010).

A escassez do estoque de água de qualidade para a irrigação e a concorrência de outros usuários, faz com que os agricultores tenham dificuldade para acessar este recurso natural e assim procuram usar água de qualidade inferior, em geral salinas (Paulus et al., 2010). Conforme Rhoades et al. (2000), o uso de água salina na agricultura deve ser considerado como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos principalmente nas regiões áridas.

As águas salinas utilizadas na irrigação podem representar risco para a produção agrícola das culturas (Medeiros et al., 2012). O agreste de Alagoas sofre sérios problemas com relação à qualidade da água de irrigação e nessas áreas é comum o uso de água de cacimbas e poços tabulares, que nem sempre são indicadas para irrigação e, associadas ao mau manejo, contribuem para o surgimento de problemas de salinidade (Silva et al., 2013).

Da mesma forma, Pessoa et al. (2010), ressaltam que, um dos aspectos mais relevantes, no tocante ao sucesso da irrigação como prática agrícola, diz respeito à qualidade da água de irrigação, principalmente em casos de regiões áridas e semiáridas, onde pode haver um

aumento na concentração de sais, degradando os solos e, conseqüentemente, inviabilizando a produção.

Em solos salinizados surgem problemas físicos, químicos e biológicos devido à carência de matéria orgânica, dentre os quais se destacam a redução da capacidade de retenção de água, da agregação do solo, baixa capacidade de troca de cátions e da atividade microbiana (Silva Júnior et al., 2009).

O estresse salino inibe o crescimento vegetativo por efeito osmótico, restringindo a disponibilidade de água, por toxicidade ou desordem nutricional, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas (Viana et al., 2004). A redução do crescimento foliar sob estresse hídrico pode ser um mecanismo de sobrevivência, que permite a conservação de água (Paulus et al., 2012).

Todavia, nem todas às culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos economicamente viáveis sob níveis altos de salinidade e outras são sensíveis mesmo em condições de salinidade relativamente baixa. Esta diferença está relacionada à capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas possuem ou adquirem o que permite absorver água e nutrientes, mesmo em condições de salinidade elevada (Santana et al., 2003).

Os relatos de trabalhos voltados para a cultura da cebolinha são em número restrito, sendo ainda menor quando referentes aos efeitos dos sais sobre esta cultura. Neste contexto é de fundamental importância identificar através de estudos o nível de estresse tolerado pela espécie na região Agreste de Alagoas. Dada à relevância da temática, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento inicial do *Allium fistulosum* sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em condições de campo em área pertencente à Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca, localizado nas coordenadas geográficas 9° 45' 58" de latitude sul e 35° 38' 58" de longitude oeste e altitude de 264 m, no

período de março a maio de 2010. Esta região é representada pela transição entre Zona da Mata e o Sertão Alagoano, cujo clima é classificado de acordo com a classificação de Köppen, como tropical com estação seca de Verão.

O solo utilizado na pesquisa foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2006) e as características químicas na profundidade de 0-20 cm, foram apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado no experimento

pH (H ₂ O)	P (mg dm ⁻³)	M.O (g dm ⁻³)	K	Ca	Mg (cmol _c dm ⁻³)	Al	H+Al	T	V (%)	Fe	Cu	Zn	Mn
5,7	13	15	0,2	1,4	1,4	0,2	4,0	7,0	42,9	44,5	0,86	2,4	32

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizado completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos da combinação de cinco níveis de salinidade da água de irrigação (S₁: 0,7; S₂: 1,4; S₃: 2,1; S₄: 2,8 e S₅: 3,5 dS m⁻¹), com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em 40 vasos, sendo cada parcela constituída por dois vasos de 2 L espaçados de 0,5 m entre vasos e 0,9 m entre linhas dos vasos. As águas de diferentes concentrações salinas foram obtidas a partir da adição de cloreto de sódio (NaCl) a água de abastecimento, calculadas conforme a equação 1 proposta por Richards (1954).

$$C = 640 \times CEa \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

C = concentração de NaCl (mg L⁻¹); CEa = Condutividade elétrica da solução (dS m⁻¹).

O plantio foi realizado com *toilette* de cebolinha (*Allium fistulosum* L.) usando a cultivar 'Todo Dia', indicada para o clima tropical. A propagação da cebolinha foi por sementes; separando-se posteriormente os perfilhos e feita a *toilette* do material propagativo com a separação e eliminação das raízes. Também foram realizados cortes na parte foliar para deixar aproximadamente 5,0 cm de pseudocaule e eliminação das bainhas secas de acordo com a metodologia de Zárate et al. (2003). A massa média das *toilette* foi de 1,66 g. O transplante consistiu no enterro vertical das *toilette*, com 3,0 cm do pseudocaule descoberto, colocando-se uma planta por vaso aos 54 dias após semeadura.

Antes do plantio foi efetuada uma irrigação para elevar o solo à capacidade de campo, sendo coletado o solo dos vasos,

segundo o método gravimétrico (padrão) de estufa, em que foi obtida uma umidade na capacidade de campo de U = 26,32%. As irrigações foram realizadas diariamente sempre no final da tarde, de forma a aplicar água apenas no solo. O volume de água drenado foi coletado na manhã do dia seguinte. Pela diferença entre o volume de água aplicado e drenado, estimou-se a evapotranspiração da cultura (consumo), determinado diariamente, assim, o volume de água a ser aplicado foi calculado com base no consumo do dia anterior. A fim de se obterem frações de lixiviação de 0,15 e 0,20, respectivamente, para cada etapa do ciclo da cultura, seguiu-se a equação de Rhoades (1974) (Eq. 2).

$$VI = \frac{VA - VD}{1 - FL} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

VI - Volume de água a ser aplicada na irrigação (mL); VA - Volume de água aplicado na irrigação anterior ou no período (mL); VD - Volume de água drenada na irrigação anterior ou no período (mL); FL - Fração de lixiviação (0,15 e 0,2).

A irrigação ocorreu de forma manual com auxílio de proveta graduada para medir as quantidades a serem aplicadas e drenadas diariamente.

As avaliações foram realizadas aos 15 e aos 30 dias após aplicação dos tratamentos salinos. As plantas de cada unidade experimental foram colhidas separadamente e acondicionadas em sacos de papel previamente identificadas, em seguida foram transportadas para o Laboratório de Física do Solo da UFAL, onde foram analisadas as seguintes variáveis: altura de planta (AP) mensurada do colo da planta até a base da última folha emitida com

auxílio de régua graduada em cm; diâmetro superior do bulbo (DSB) e diâmetro inferior do bulbo (DIB) mensurado com paquímetro graduado; número de folhas (NF) por planta, comprimento da raiz (CR) medido com régua graduada; número de bulbo (NB) por planta, massa fresca de raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca da parte aérea (MSA), massa fresca de bulbo (MFB), massa seca e bulbo (MSB), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), fitomassa total da raiz (FTR), parte aérea (FTA) e bulbo (FTB) e relação raiz:parte aérea (RR/PA). Para obtenção destas variáveis as plantas foram retiradas dos vasos, preservando suas estruturas, evitando danos tanto para a parte radicular quanto para a parte aérea.

Para determinação das massas frescas e secas da raiz, parte aérea e bulbo as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas e separando, raízes bulbos e parte aérea sendo pesadas separadamente. Em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 48 horas, para posterior pesagem em balança analítica de precisão 0,01g. A fitomassa total da raiz, parte aérea e bulbo foram obtidos com a soma das massas frescas e secas. Já a

relação raiz:parte área foi determinada através da divisão da massa seca da raiz pela massa seca da parte aérea.

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F sendo a comparação de médias com base no teste de Tukey, a 5%. com auxílio do Software estatístico SISVAR (Ferreira, 2008); para o fator níveis de salinidade realizou-se teste de regressão (por polinômios ortogonais), de acordo com o nível de significância ao nível de 0,01 ou 0,05 de probabilidade.

Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância para a variável altura de plantas (AP), diâmetro superior (DSB) e inferior do bulbo (DIB), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), número de bulbos (NB), das plantas de cebolinha cultivadas com águas de diferentes salinidades aos 15 dias após o transplante estão na Tabela 2. Verifica-se que houve efeito da salinidade ao nível de 1% para NF. Observa-se ainda efeito significativo da salinidade ao nível de ($p < 0,05$) para as variáveis, comprimento de raiz e número de bulbos. Houve efeito quadrático significativo ($p < 0,05$; $p < 0,01$) para NF, CR, NB em função da salinidade da água de irrigação, respectivamente.

Tabela 2. Análise de variância e médias para altura de planta (AP), diâmetro superior do bulbo (DSB), diâmetro inferior do bulbo (DIB), número de folhas (NF) e comprimento da raiz (CR) e número de bulbos (NB) da cebolinha irrigada com águas de diferentes concentrações de sais, aos 15 dias após o transplante.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios					
		AP	DSB	DIB	NF	CR	NB
Salinidade	4	3,461 ^{ns}	0,403 ^{ns}	4,400 ^{ns}	3,750 ^{**}	12,558 [*]	1,300 [*]
Reg. Linear	1	3,266 ^{ns}	0,017 ^{ns}	7,098 ^{ns}	11,025 ^{ns}	9,312 ^{ns}	0,100 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	2,415 ^{ns}	0,657 ^{ns}	0,048 ^{ns}	0,017 [*]	24,051 [*]	3,500 [*]
Bloco	3	6,243 ^{ns}	1,084 ^{ns}	0,670 ^{ns}	4,050 ^{**}	20,095 [*]	1,733 ^{ns}
Resíduo	12	3,858	0,675	3,723	0,550	4,981	0,733
CV (%)		9,85	16,16	17,31	17,45	13,56	47,57

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo

De acordo com a equação de regressão para o número de folhas na Figura 1A, o máximo rendimento foi obtido com 2,1 dS m⁻¹ o que corresponde a aproximadamente 7 folhas por planta de cebolinha aos 15 dias após o transplante. Resultados semelhantes foram encontrados por Leal et al. (2003) estudando o efeito da concentração da solução nutritiva no cultivo de coentro e cebolinha em pó de coco para a variável NF.

Também Oliveira et al. (2012) estudando o desempenho de cultivares de rúcula sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, encontraram o máximo número de folhas estimados para a salinidade de 2,5 dS m⁻¹, apresentando salinidade limiar de 3,5 dS m⁻¹, a partir da qual a emissão de novas folhas foi afetada negativamente pela salinidade.

De acordo com os estudos de regressão para comprimento de raiz na Figura 1B, o maior

rendimento para a variável em análise aos 15 dias após o transplante (DAT) foi atingindo com 1,84 dS m⁻¹ o que corresponde a 19,12 cm. O modelo matemático que melhor se ajustou para o número de bulbos aos 15 dias após o

transplante foi o quadrático (Figura 1 C), sendo o máximo rendimento da variável obtido com 2,03 dS m⁻¹ e a diferença entre o maior (S5) e o menor (S1) nível de salinidade de 14,28%.

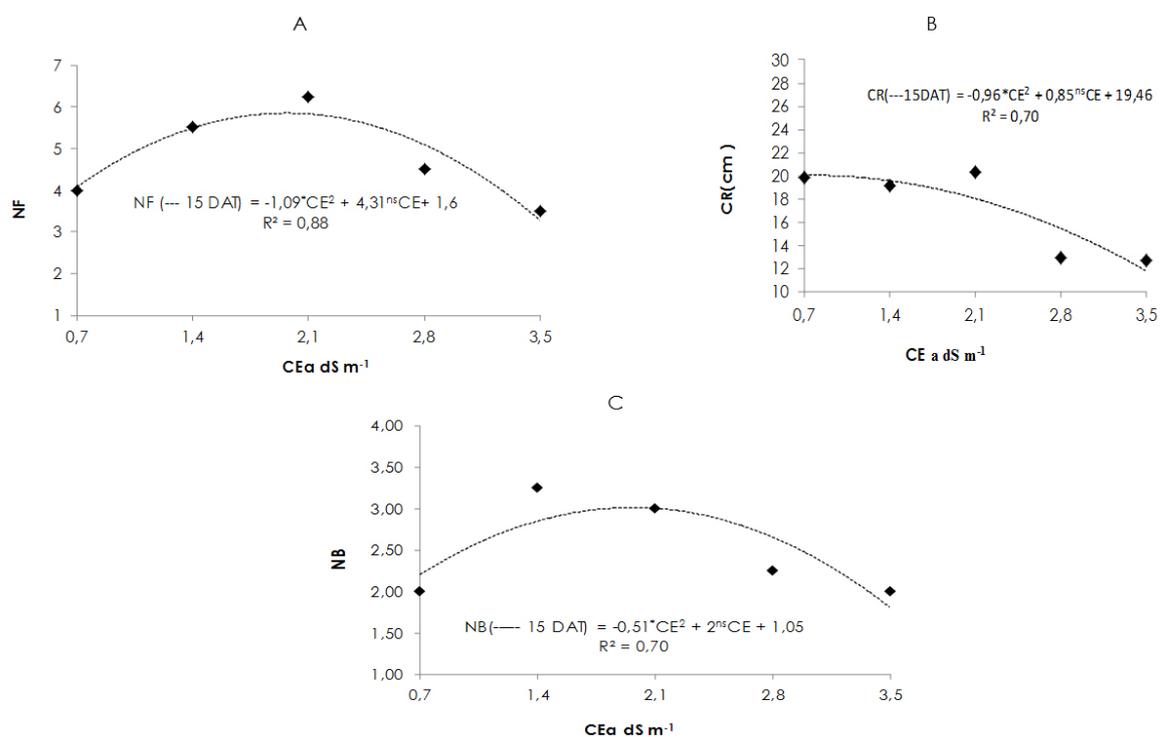


Figura 1. Número de folhas (A), comprimento de raiz (B) e número de bulbos (C) aos 15 dias após o transplante em função da salinidade da água de irrigação.

Este efeito da salinidade no número de folhas, crescimento da raiz e número de bulbos está relacionado como a inibição do crescimento em virtude do estresse salino, proporcionando redução do potencial osmótico da solução do solo, podendo também ocasionar toxicidade iônica e desequilíbrios nutricionais ou ambos, devido ao acúmulo excessivo do Na e Cl nos tecidos vegetais (Flowers, 2004).

Apesar disso deve-se observar que as plantas estavam em fase inicial de desenvolvimento e mesmo assim apresentaram certa resistência a salinidade, pois o efeito só foi observado a partir de 1,84 dS m⁻¹ indicando que as plantas tinham possivelmente inicialmente acumulado no vacúolo os íons Na⁺ e Cl⁻ que chegaram ao mesófilo foliar (Niu et al., 1995).

O resumo da análise de variância para a variável massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca da parte aérea (MSA), massa fresca de bulbo (MFB), massa seca de bulbo

(MSB), fitomassa total da raiz (FTR), parte aérea (FTA), de bulbo (FTB) e relação raiz: parte aérea (RR/PA) de cebolinha irrigada com águas de diferentes concentrações de sais, aos 15 dias após o transplante, encontra-se na Tabela 3.

Verifica-se que houve efeito da salinidade ao nível de 1% para MSR, FTR e RR/PA e ao nível de 5% para MSR. Observa-se ainda efeito quadrático significativo ($p < 0,01$) para MFR, MSR e RR/PA e para FTR a ($p < 0,05$) em função da salinidade da água de irrigação.

O modelo matemático que melhor se ajustou para a massa fresca de raiz foi o quadrático aos 15 DAT apresentados na Figura 2A, sendo o máximo rendimento com a CEa de 2,18 dS m⁻¹ e a diferença entre o primeiro e último nível de 10,32%.

Para a variável massa seca de raiz Figura 2B, aos 15 dias após o transplante (DAT) o máximo rendimento foi obtido com 2,37 dS m⁻¹ o que corresponde a 0,29 g. Sendo que o tratamento com maior nível de salinidade (3,5

dS m⁻¹ apresentou índice inferior. O que fica evidente o efeito negativo da salinidade no cultivo de cebolinha para níveis superiores a 2,37 dS m⁻¹ na água de irrigação.

Estes resultados não diferem dos encontrados por Batista et al. (2012) que ao avaliarem o desenvolvimento da cultura da alface em diferentes níveis de salinidade, também encontraram efeitos negativos para a massa seca da raiz no maior nível de salinidade

estudado que neste caso foi de 6,0 dS m⁻¹.

A fitomassa total da raiz teve comportamento quadrático aos 15 DAT, Figura 2C, com máximo rendimento obtido com 2,15 dS m⁻¹. A variável relação raiz: parte aérea teve comportamento quadrático aos 15 dias após o transplantes Figura 1D, sendo o Máximo rendimento obtido com a condutividade elétrica da água de 2 dS m⁻¹.

Tabela 3. Resumo de análise de variância para massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca da parte aérea (MSA), massa fresca do bulbo (MFB), massa seca do bulbo (MSB), fitomassa total de raiz (FTR), da parte aérea (FTA) e do bulbo (FTB) e relação raiz:parte aérea (RR/PA) de cebolinha irrigada com águas de diferentes concentrações de sais, aos 15 dias o transplante.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios									
		MFR	MSR	MFA	MSA	MFB	MSB	FTR	FTA	FTB	(RR/PA)
Salinidade	4	0,499**	0,008*	0,119 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,254 ^{ns}	0,193 ^{ns}	0,609**	0,092 ^{ns}	0,296 ^{ns}	0,245**
Reg. Linear	1	0,017 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,039 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	1,564**	0,031**	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,028 ^{ns}	2,040*	0,002 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,606**
Bloco	3	0,016 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,260 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,276 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,259 ^{ns}	0,310 ^{ns}	0,064 ^{ns}
Resíduo	12	0,112	0,003	0,112	0,001	0,113	0,008	0,142	0,130	0,151	0,098
CV (%)		22,03	25,39	17,92	15,61	15,47	43,12	21,62	16,96	14,81	34,92

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo

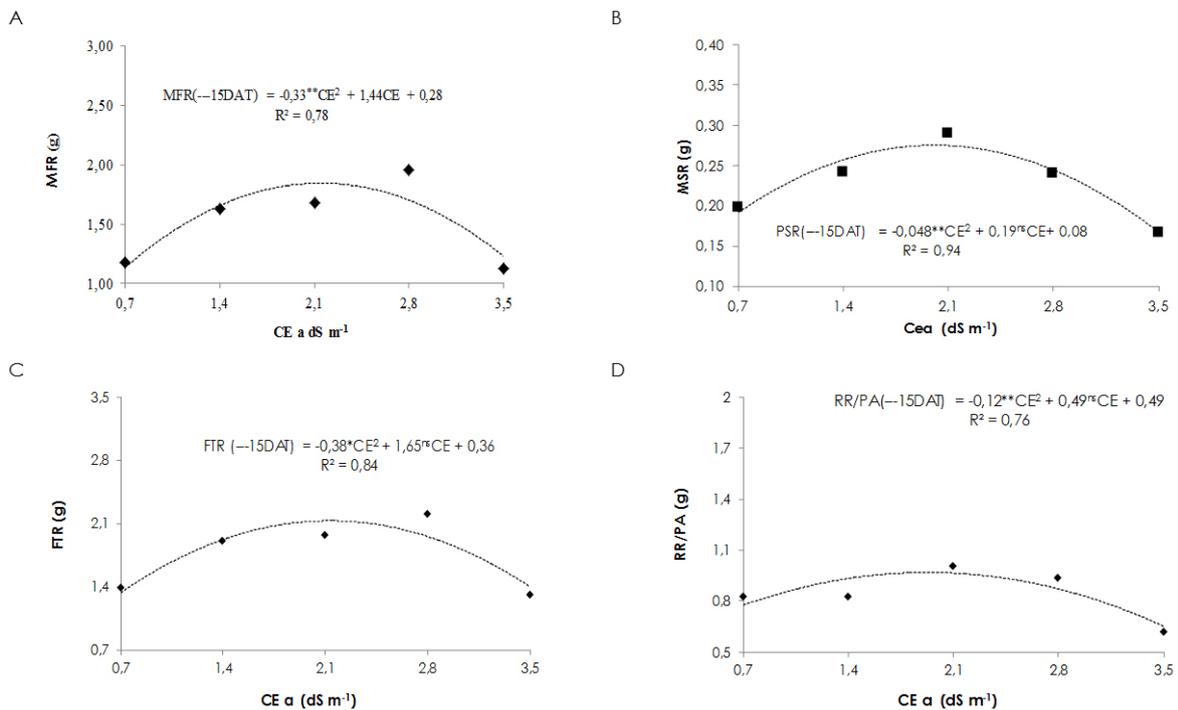


Figura 2. Massa fresca de raiz (A), massa seca de raiz (B), fitomassa total de raiz (C) e relação raiz: parte aérea (D) aos 15 dias após o transplante em função da salinidade da água de irrigação.

Estes resultados indicam que na fase inicial das plantas de cebolinha a fitomassa da raiz é primeiramente influenciada pela salinidade em relação à parte aérea, proporcionando menor comprimento da raiz (Figura 1B), provavelmente

por que o sódio proporciona menor expansão celular nas raízes.

Essa possível fitotoxicidade do NaCl pode ser devido ao desequilíbrio de aquisição de nutrientes pelas raízes, pois as respostas

fisiológicas das plantas ao estresse salino é bem divulgada na literatura, no entanto, o efeito do estresse salino sobre raízes ainda são restritas as informações (Halperin & Lynch, 2003). Além disso, o Na pode substituir o potássio devido o raio iônico dos elementos apresentarem semelhança, desta forma em alta concentração proporciona desequilíbrio osmótico influenciando assim na redução da assimilação líquida de CO₂ (fotossíntese) (Marschner, 1995).

O resumo da análise de variância para a variável altura de plantas (AP), diâmetro

superior (DSB) e inferior do bulbo (DIB), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), número de bulbos (NB) das plantas de cebolinha cultivadas com águas de diferentes salinidades aos 30 dias após o transplante encontram-se na Tabela 4. Verifica-se que houve efeito da salinidade ao nível de 5 e 1% para AP, DIB, CR e NB, respectivamente. Observa-se ainda efeito linear significativo ($p < 0,05$) DIB e CR, já para as variáveis AP, DIB e CR houve efeito quadrático significativo ($p < 0,05$) em função da salinidade da água de irrigação.

Tabela 4. Análise de variância e médias para altura de planta (AP), diâmetro superior do bulbo (DSB), diâmetro inferior do bulbo (DIB), número de folhas (NF) e comprimento da raiz (CR) e número de bulbos (NB) da cebolinha irrigada com águas de diferentes concentrações de sais, aos 30 dias após o transplante.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios					
		AP	DSB	DIB	NF	CR	NB
Salinidade	4	19,708*	0,616 ^{ns}	12,692*	4,675 ^{ns}	71,428*	2,050*
Reg. Linear	1	2,070*	0,256 ^{ns}	17,226*	7,225 ^{ns}	53,754*	0,225 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	61,95 ^{ns}	0,754 ^{ns}	29,102*	0,446 ^{ns}	73,991*	0,875*
Bloco	3	8,150 ^{ns}	0,200 ^{ns}	5,429 ^{ns}	1,133 ^{ns}	0,559 ^{ns}	0,050 ^{ns}
Resíduo	12	4,033	0,302	2,238	1,841	5,748	0,216
CV (%)		13,75	13,91	16,15	25,61	13,96	19,00

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo

Para a altura de plantas (Figura 3A), o modelo que melhor se ajustou foi o linear aos 30DAT e observa-se que a partir de 0,7 dS m⁻¹ a altura de plantas começou a decrescer, sendo o decréscimo por incremento unitário de salinidade de 7%, e a diferença entre o maior e o menor nível salino estudado de 19%.

Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira et al. (2012) na qual a salinidade da água de irrigação afetou a altura das plantas de rúcula apenas a partir do nível de 2,1 dS m⁻¹, ou seja, houve aumento na altura das plantas até está salinidade, ocorrendo decréscimo logo depois. Tais resultados evidenciam que as respostas das plantas a salinidade é variável de acordo com a cultura utilizada.

O diâmetro inferior do bulbo teve comportamento linear aos 30 DAT na Figura 3B, sendo a diferença entre o menor e o maior nível de salinidade da água estudada foi de 21% e observa-se que esta variável foi a menos influenciada pela salinidade da água de irrigação. Rebouças et al. (2008) também obtiveram, para o híbrido Mercedes,

um incremento na massa média de bulbos comerciais da ordem de 18,8% em relação à cultivar Serrana.

Observou-se efeito linear aos 30 DAT para a variável crescimento da raiz Figura 3C, com diferença de 41,33% entre o primeiro e o último nível de salinidade utilizado. Isto indica que o teores de sais afetam o crescimento da planta, a partir das concentrações elevadas na faixa de absorção de nutrientes pela raiz que obteve seu menor comprimento com a maior condutividade elétrica que foi de 3,5 dS m⁻¹.

O número de bulbos aos 30 DAT, teve comportamento quadrático Figura 3 D, sendo o máximo rendimento da cebolinha obtido com 2,05 dS m⁻¹ e a diferença entre o maior e o menor nível salino de 15, 03%. Desta forma o número de bulbos teve o mesmo comportamento das outras características da cebolinha que tiveram diferença significativa, ou seja, o aumento da salinidade inibiu a expansão das células.

Esteves & Suzuki (2008) citam que o incremento da salinidade proporciona reduções significativas no número de folhas por planta,

comprimento de raízes e superfície de raiz ou planta.

O resumo da análise de variância para a variável massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca da parte aérea (MSA), massa fresca de bulbo (MFB), massa seca de bulbo (MSB), fitomassa total da raiz (FTR), parte aérea (FTA), de bulbo (FTB) e relação raiz: parte aérea

de cebolinha irrigada com águas de diferentes concentrações de sais, aos 30 dias após o transplante encontra-se na Tabela 5. Verifica-se que houve efeito da salinidade ao nível de 5% para a variável MFR. Já para as variáveis MSR, FTR e RR/PA o efeito da salinidade ao nível de 1% de probabilidade. Observa-se ainda efeito linear significativo ($p < 0,01$) para MFR, MSR e FTR e a ($p < 0,01$) para RR/PA.

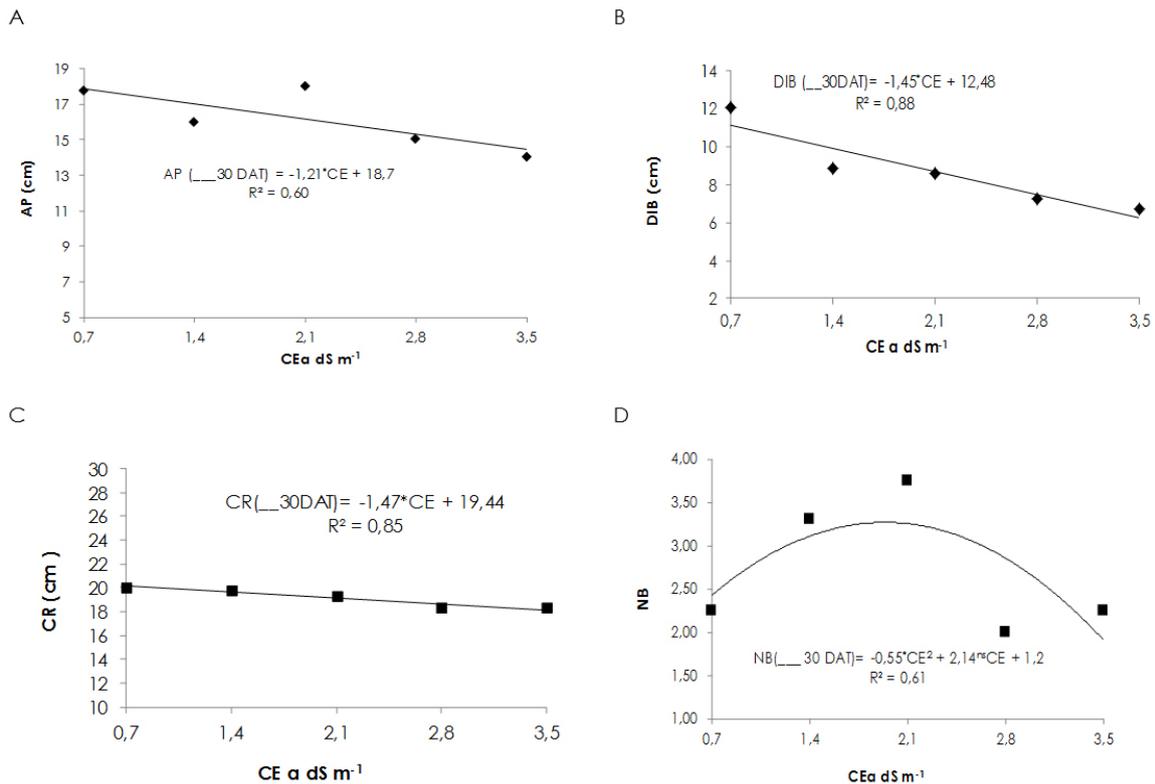


Figura 3. Altura de plantas (A), diâmetro inferior do bulbo (B), comprimento da raiz (C) e número de bulbos (D) aos 30 dias após o transplante em função da salinidade da água de irrigação.

Tabela 5. Resumo de análise de variância para massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca da parte aérea (MSA), massa fresca do bulbo (MFB), massa seca do bulbo (MSB), fitomassa total de raiz (FTR), da parte aérea (FTA) e do bulbo (FTB) e relação raiz: parte aérea (RR/PA) de cebolinha irrigada com águas de diferentes concentrações de sais, aos 30 dias após o transplante.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios									
		MFR	MSR	MFA	MSA	MFB	MSB	FTR	FTA	FTB	(RR/PA)
Salinidade	4	0,575*	0,018**	0,837 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1,031 ^{ns}	0,117 ^{ns}	0,778**	0,893 ^{ns}	1,973 ^{ns}	0,205**
Reg. Linear	1	2,129*	0,060*	0,347 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,936 ^{ns}	0,166 ^{ns}	2,910*	0,466 ^{ns}	4,664 ^{ns}	0,374**
Reg. Quadrática	1	0,011 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,645 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,126 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,609 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Bloco	3	0,441 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1,881 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,530 ^{ns}	0,117 ^{ns}	2,843 ^{ns}	0,107 ^{ns}
Resíduo	12	0,251	0,004	0,203	0,003	1,123	0,053	0,314	0,243	1,602	0,083
CV (%)		30,28	25,83	26,23	28,71	36,01	43,12	29,33	25,57	35,79	23,25

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, ns não significativo

A massa fresca de raiz aos 30 dias após o transplante Figura 4 A, ajustou-se ao modelo linear, com decréscimo entre o maior o menor nível de salinidade da água de irrigação de 42,34%. Pessoa (2009) estudando o

desenvolvimento de cebola e atributos químicos de dois neossolos flúvicos irrigados com águas salinas relata que a matéria fresca da raiz não sofreu influencia dos tratamentos, o que pode ser explicado provavelmente pelo tipo de solo

que influenciou na retenção de sais e com isso no rendimento da cultura.

Para a massa seca de raiz aos 30 DAT Figura 4 B, o modelo que melhor se ajustou foi o linear sendo a diferença entre o maior e menor nível de salinidade da água de irrigação de 41,79%. Resultado semelhante foi encontrado por Bosco et al. (2009), estudando o efeito do NaCl sobre crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela, isto para a fitomassa total. Nesse mesmo estudo, observou-se efeito quadrático para a massa seca da raiz, porém os níveis de salinidade testados eram

superiores.

A fitomassa total de raiz teve comportamento linear aos 30 dias após o transplante Figura 4 C, sendo a diferença entre o maior e menor nível salino de 42,89%. Amorim et al. (2002) estudando a salinidade para a cultura do alho obtiveram efeito linear decrescente da salinidade sobre a fitomassa seca das raízes.

O modelo matemático que melhor se ajustou a relação raiz parte aera aos 30 DAT Figura 4 D, foi o linear, sendo a diferença entre o maior e menor nível de condutividade elétrica da água de irrigação de 25,83%.

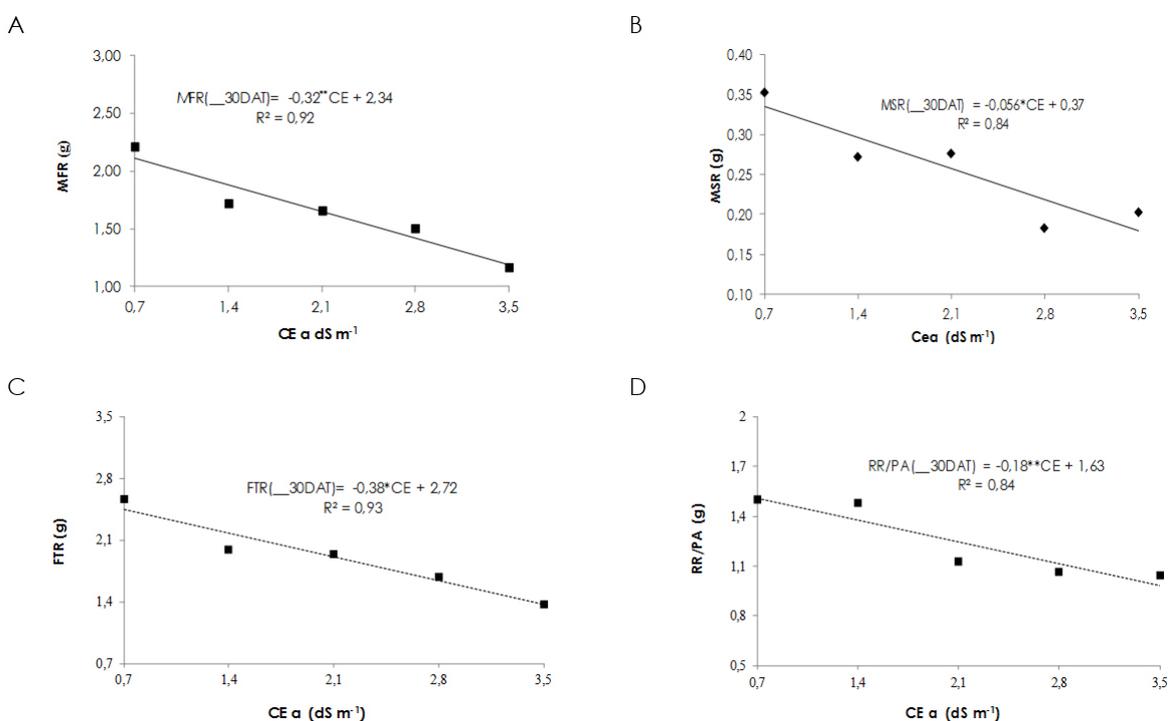


Figura 4. Massa fresca de raiz (A), massa seca de raiz (B), fitomassa total de raiz (C) e relação raiz: parte aera aos 30 dias após o transplante em função da salinidade da água de irrigação.

Conclusões

Os níveis de salinidade da água de irrigação afetam negativamente o crescimento inicial da cebolinha tanto aos 15 quanto aos 30 dias após o transplante.

O máximo rendimento para as variáveis MSR, FTR, CR, NB, MFR e RR/PA foi obtido com aproximadamente 2,00 dS m⁻¹ aos 15 dias após o transplante.

O crescimento inicial da cebolinha decresceu linearmente a partir de 0,7 dS m⁻¹ aos 30 dias após o transplante.

Referências

- Amorim, J.R.A., Fernandes, P.D., Gheyi, H.R., Azevedo, N.C. 2002. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 167-176.
- Batista, L.R.L., Gonzaga, M.G.B., Albuquerque, J.J., Reis, L.S., Araújo, T.V.L., Nascimento, N.A. 2012. Desenvolvimento da cultura do alface (*Lactuca sativa* L.) submetido a irrigação com diferentes níveis de salinidade. In: VII CONNEPI. Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis no desenvolvimento das regiões norte e nordeste. *Anais...* UFT, Palmas, Brasil. CD-ROM
- Bezerra, A.K.P., Lacerda, C.F., Hernandez, F.F.F., Silva, F.B., Gheyi, H.R. 2010 Rotação cultural feijão

- caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. *Ciência Rural* 40: 1075-1082.
- Bosco, M.R.O., Oliveira, A.A.B., Hernandez, F.F.F., Lacerda, C.F. 2009. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. *Revista Ceres* 56: 296-302.
- Esteves, B.S., Suzuki, M.S. 2008. Efeito da salinidade sobre as plantas. *Ecologia Brasileira* 24: 662-679.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Embrapa SPI, Brasília, Brasil. 306 p.
- Ferreira, D.F. 2008. *Sisvar: Sistema de análise de variância versão 4.6*. UFLA/DEX, Lavras, Brasil. CD-ROM
- Filgueira, F.A.R. 2008. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Editora UFV, Viçosa, Brasil, 421 p.
- Flowers, T.J. 2004. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany* 55: 307-319.
- Halperin, S.J., Lynch, J.P. 2003. Effects of salinity on cytosolic Na⁺ and K⁺ in root hairs of *Arabidopsis thaliana*: in vivo measurements using the fluorescent dyes SBFI and PBFI. *Journal of Experimental Botany* 54: 2035-2043.
- Heredia, N.A., Vieira, M.C., Weismann, M., Lourenção, A.L.F. 2003. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. *Horticultura Brasileira* 21: 574-577.
- Leal, I.R., Tabarelli, M., Silva, J.M.C. 2003. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária, Recife, Brasil. 822 p.
- Marschner, H.M. *Mineral nutrition of higher plants*. 1995. 2.ed. Academic Press, London, UK. 889 p.
- Medeiros, D.C., Medeiros, J.F., Barbosa, M.G., Queiroga, R.C.F., Oliveira, F.A., Freitas, W.E.S. 2012. Crescimento do melão pele de sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 16: 647-654.
- Niu, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., Pardo, J.M. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiology* 109: 735-742.
- Oliveira, F.A., Oliveira, M.K.T., Souza Neta, M.L., Silva, R.T., Souza, A.A.T., Silva, O.M.P., Guimarães, I.P. 2012. Desempenho de cultivares de rúcula sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Agropecuária Científica no Semi-Árido* 8: 67-73.
- Pessoa, L.G.M. 2009. *Desenvolvimento de cebola e atributos químicos de dois neossolos flúvicos irrigados com águas salinas*. 86f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Pessoa, L.G.M., Oliveira, E.E.M., Freire, M.B.G.S., Freire, F.J., Miranda, M.A., Santos, R.L. 2010. Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 5: 406-412.
- Paulus, D., Paulus, E., Nava, G.A., Moura, C.A. 2012. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. *Revista Ceres* 59: 110-117.
- Paulus, D., Dourado Neto, D., Frizzone, J.A., Soares, T.M. 2010. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira* 1: 29-35.
- Rebouças, T.N.H., Siqueira, L.G., Lemos, O.L., Grisi, F.A. 2008. Densidade de plantio em cebola no sistema de semeadura no Norte de Minas Gerais. *Magistra* 20: 78-86.
- Richards, L.A. 1954. *Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Cidade do México, México. 172 p.
- Rhoades, J.D., Kandiah, A., Mashali, A.M. 2000. *Uso de águas salinas para produção agrícola*. UFPB, Campina Grande, Brasil. 117 p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado)
- Rhoades, J. 1974. Drainage for salinity control. In: Shilfgaarde, J. Van (Ed.). *Drainage for Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, EUA. p. 433-462.
- Santana, M.J., Carvalho, J.A., Silva, E.L., Miguel, D.S. 2003. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia* 27: 443-450.
- Silva, J.K.M., Oliveira, F.A., Maracajá, P.B., Freitas, R.S., Mesquita, L.X. 2008. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. *Revista Caatinga* 21: 30-35.
- Silva Júnior, J.M.T., Tavares, R.C., Mendes Filho, P.F., Gomes, V.F.F. 2009. Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 4: 378-382.
- Silva, P.F., Farias, S.P., Santos, C.S, Barros, A.C., Carneiro, P.T. 2013. Perfil da irrigação e qualidade da água nos perímetros irrigados do Município de Arapiraca-AL. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 8: 184-189.

Viana, S.B.A., Fernandes, P.D., Gheyi, H.R., Soares, F.A.L., Carneiro, P.T. 2004. Índices morfológicos e de produção de alface sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 8: 23-30.

Zárate, N.A.H., Vieira, M.C., Bratti, R. 2003. Efeitos da cama-de-frangos e da época de colheita sobre a produção e a renda bruta da cebolinha 'Todo Ano'. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 33: 73-78.