

## ÍNDICES FISIOLÓGICOS E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DA CEBOLA SUBMETIDA A CONDIÇÕES DE SALINIDADE E ESTRESSE HÍDRICO

**Maria Dolores Barbosa Lima<sup>1</sup>; Leonardo Theodoro Büll<sup>2</sup>; Hélio Grassi Filho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Agronomia, Fesurv-Universidade de Rio Verde, Campus Universitário, Rio Verde, GO, lima@fesurv.br

<sup>2</sup>Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

### 1 RESUMO

A salinidade afeta a produção de extensas áreas agrícolas do mundo, inclusive no Nordeste do Brasil, sendo a principal limitação da produtividade das culturas nessa região. Conduziu-se este experimento com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de salinidade e umidade do solo sobre índices fisiológicos e absorção de nutrientes na cultura da cebola (*Allium cepa* L), cultivar Baia periforme. Foram usados, em casa de vegetação, 45 vasos de plástico com capacidade para 10 litros, com solo salinizado com NaCl, em quantidades suficientes para promover níveis de condutividade elétrica próximos à Original; 2; 4; 6 e 8 dS m<sup>-1</sup>. Cada vaso recebeu 15,2g de termosfosfato enriquecido com micronutrientes e ainda 1,5 L de matéria orgânica. Os tratamentos de umidade consistiram em manter o solo em faixas de 25-50, 50-75 e 75-100 % da Capacidade de Campo. Foram avaliados o teor relativo de água (TRA), índice refratométrico do suco celular (IR), teor de clorofila nas folhas, teor de prolina livre e sólidos solúveis no bulbo, além de análises de absorção de sódio, magnésio, potássio e cálcio. Os resultados permitem concluir que o aumento do teor de NaCl reduziu o teor de água e a clorofila nas folhas, o peso da matéria seca e a parte aérea e do bulbo das plantas de cebola, além de promover redução de magnésio e potássio e aumento de sódio nas folhas da cebola. A umidade do substrato não exerceu efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas.

**UNITERMOS:** *Allium cepa*, composição mineral, salinidade.

### LIMA, M.D.B.; BÜLL, L.T.; GRASSI FILHO, H. PHYSIOLOGICAL INDICIES AND NUTRIENT ABSORPTION OF ONION CULTURE UNDER SALINITY AND HYDRIC STRESS CONDITIONS

### 2 ABSTRACT

Salinity affects production of agricultural crops worldwide, including areas in the northeast of Brazil, and it is a main crop productivity-limiting factor. This experiment aimed to evaluate the effects of different levels of soil salinity and moisture on some physiological indices and nutrient absorption of onion (*Allium cepa* L), cv Baia periforme. Forty-five 10-liter plastic pots with sandy soil, which had been added with NaCl, in sufficient amount to achieve electrical conductivity levels close to 0, 2, 4, 6 and 8 dS m<sup>-1</sup>, were used in a greenhouse. Each pot received 15.2 g of thermo phosphate enriched with micronutrients and 1.5 L of organic matter. The amount of irrigation water added to each treatment was adequate to maintain the soil in the limits of 25-50, 50-75 and 75-100 % of field Capacity. Relative water content (RWC), refratometical

index, chlorophyll content in leaves and proline content and soluble solids in the bulb were evaluated. Analysis of nutrient absorption, as sodium, magnesium, potassium and calcium, were carried out. From obtained results, it was concluded that the increase of NaCl concentration in the soil reduced water content and chlorophyll in the leaves, weight of dry matter, aerial part and bulb of onion plants, besides reducing magnesium and potassium and increasing sodium in the leaves of onion. Substratum humidity did not have a significant effect on none of the studied variables.

**KEYWORDS:** *Allium cepa*, mineral composition, salinity.

### 3 INTRODUÇÃO

A cebola é a terceira hortaliça mais cultivada no mundo, sendo superada apenas pelo tomate e a batata. O cultivo da hortaliça no Nordeste brasileiro, representa expressiva fonte de renda às áreas irrigadas do médio São Francisco, onde os riscos de salinização, tanto pela intensa evaporação como pela solubilização dos sais existentes no solo, constitui obstáculo aos elevados índices de produtividade e finalidade do produto colhido (Cavalcante, 2000).

A salinidade em solos de regiões áridas e semi-áridas expressa preocupação social uma vez que milhões de hectares de terra em todo o mundo são afetados por sais e a cada ano estão se tornando cada vez mais menos produtivos devido a concentração de sais nas águas de irrigação. O impacto da salinidade sobre a produtividade agrícola é causa principal dos transtornos nos "Perímetros irrigados". A salinidade reduz a produtividade das plantas em extensas áreas cultivadas (Oliveira, 1997). No caso das hortaliças, algodão e frutíferas de modo geral, o problema parece mais grave devido serem mais sensíveis aos efeitos da salinidade (Dias et al. 2003).

Pesquisas evidenciam a tolerância de culturas aos sais, tanto do ponto de vista do comportamento vegetativo, como do rendimento. Mas ainda não são freqüentes as que estudam o comportamento fisiológico da cebola à salinidade. Para esta cultura, Rhoades, et al, (2000) indicam perda de 50% da produtividade em água de irrigação cuja CE se aproxima de 4,3 dS m<sup>-1</sup> no extrato de saturação do solo. A elevada supremacia da necessidade de alimentos em relação à oferta, a carência de água de boa qualidade e a maior sensibilidade das plantas cultivadas aos sais, têm estimulado o aumento de pesquisas nesse sentido, nas ultimas décadas (Wannamaker & Pike, 1987; Rhoades et al, 2000; Silva et al, 2001).

Objetivou-se neste estudo, avaliar os efeitos de níveis de salinidade e de umidade do solo sobre índices fisiológicos e absorção de nutrientes pela cultura da cebola.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em abrigo do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - "Campus" de Botucatu, SP, cujas coordenadas geográficas são 22°58'55" de latitude sul e 48°23'22" de longitude oeste, com altitude aproximada de 775 metros. O material utilizado como substrato foi colhido de um solo classificado como Neossolo Flúvico distrófico (EMBRAPA,1999) mal drenado, coletado na camada superficial (0-30cm), e possui os atributos químicos e físicos contidos no quadro 1.

Foram utilizadas mudas de cebola (*Allium cepa*), cultivar Baia periforme, formadas a partir de sementes provenientes de Piedade – SP, transplantadas aos 75 dias. Esse cultivar possui

bulbo com formato periforme, pescoço fino, película de cor amarela e adequada resistência no armazenamento (Mascarenhas 1980).

**Quadro 1.** Características químicas e granulométricas do solo utilizado

PH em CaCl <sub>2</sub>	M.O. g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> -----	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> mmolc	Mg <sup>2+</sup> dm <sup>-3</sup> -----	SB	CTC	V %	areia	silte	argila g kg <sup>-1</sup>
4,9	7	3	15	1,4	7	3	11	26	43	144	24	832

SB = Soma de bases; CTC = Capacidade de troca de Cátions.

No abrigo protegido com tela, foram registradas diariamente, durante a condução do experimento, temperatura e umidade relativa do ar através de termohigrógrafo e evaporação, pelo peso de um vaso com água (Quadro 2).

**Quadro 2.** Valores médios da temperatura, umidade relativa do ar e evaporação no abrigo telado

	Dados semanais							
	Semanas após início do experimento							
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
Temperatura (°C)	23,2	19,1	24,2	23,2	26,1	25,9	25,5	24,5
Umidade relativa (%)	65,4	62,7	66,2	54,7	60,6	65,0	59,3	61,9
Evaporação (ml)	60,2	32,5	39,8	62,1	63,0	61,1	81,6	78,9

A cultivar foi submetida a cinco níveis de salinidade e três teores de umidade do solo, com três repetições.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado adotando o esquema fatorial 5X3 referentes à adição de 2,5; 9,57; 16,67 e 23,70g de NaCl para elevar a salinização do solo para os valores de condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação para 2, 4, 6 e 8 dS m<sup>-1</sup>, mantendo o tratamento com o nível original que era 0,13 dS m<sup>-1</sup> e os valores de umidade nas faixas de 25-50, 50-75 e de 75-100% da capacidade de campo do solo. As unidades experimentais corresponderam a quarenta e cinco vasos plásticos com capacidade para 10 litros, acondicionando em cada um 8.000g de solo seco ao ar, passado em peneira de 4mm de malha, adubado com 15,2g de termosfosfato enriquecido com micronutrientes (Yoorin Master), e ainda 1,5L de esterco de curral mineralizado.

A reposição da água evaporada foi feita a cada vaso, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3.** Controle de irrigação em função da capacidade de campo.

Tratamento % CC	Peso solo na CC (g)	ÁD (ml)	Água a adicionar (ml)	Peso limite para irrigação (g)
25 – 50	8.646	490	126 -246	8.277 – 8.400
50 – 75	8.646	490	246 - 368	8.400 – 8.523
75 – 100	8.646	490	368 - 0	8.523 – 8.646

O teor relativo de água na planta (TRA) foi determinado com base na técnica de Barrs 1968, contida em Klar (1984), usando segmentos de folhas ao invés de discos foliares. O teor relativo de água (TRA) foi determinado aos 41, 69 e 84 dias após o transplântio, empregando a equação:

$$TRA = (PF - PS)/(PT - PS) * 100$$

Em que:

TRA = teor relativo de água nas folhas;

PF = peso fresco do disco foliar;

PS = peso seco do disco foliar;

PT = peso túrgido do disco.

O Índice refratométrico (IR) foi avaliado extraíndo o suco celular das folhas de cebola, com uma prensa manual. As gotas foram transferidas para o cristal de um refratômetro manual, graduado para % de sólidos solúveis.

O conteúdo de prolina livre após a cura dos bulbos, foi quantificado pela técnica descrita por Bates (1973).

Para determinação do teor de clorofila das folhas usou-se o medidor modelo SPAD - 502 da MINOLTA, com média de 10 leituras por vaso, usando a equação:

$$Y = 0,0996X - 0,152 \text{ (mg dm}^{-2}\text{)}.$$

O teor de sólidos solúveis no bulbo foi determinado por meio de refratômetro e prensa manual, analisando-se a escama mais interna.

Quando as plantas atingiram a metade do ciclo vegetativo, aos 40 dias após o transplanto, foi retirada uma planta de cada vaso para análise química da parte aérea, Malavolta et al., (1997), determinando-se cálcio, magnésio, sódio e potássio (Bataglia et al. 1983).

A colheita dos bulbos foi iniciada aos 98 dias após o transplanto, e deu-se em datas distintas, devido a maturação (estalo) em períodos diferentes, obtendo-se nessa ocasião a massa total das plantas (ramas + bulbos). Após o período de cura, realizado à sombra e em temperatura ambiente, procedeu-se à nova pesagem separando-se o bulbo da parte aérea de cada planta.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados do Quadro 4, percebe-se que o aumento do conteúdo salino do solo, nas duas primeiras épocas de avaliação, independente da faixa de umidade mantida, provocou maior desidratação das plantas, isto é, promoveu a redução no teor relativo de água das folhas. Mas, por outro lado verifica-se que a manutenção do solo mais úmido manteve a planta com maior teor relativo de água nas folhas.

**Quadro 4.** Teor relativo de água nas folhas de plantas de cebola, avaliado aos 41 dias após o transplântio (TRA<sub>1</sub>).

CE dS m <sup>-1</sup>	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	72,64	86,49	77,07	78,73a <sup>1</sup>
2,0	64,26	69,43	69,33	67,67ab
4,0	54,39	54,06	61,54	56,65b
6,0	53,30	49,11	59,31	53,91b
8,0	49,55	47,02	52,68	49,75b
Média U	58,83	61,22	63,98	
d.m.s.	CE = 18,78	U = 12,38		

1- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Com o desenvolvimento da cultura, aos 69 dias após o transplântio (Quadro 5), a maior desidratação das folhas ocorreu para os tratamentos de CE 6,0 dS m<sup>-1</sup>, independente do nível

de umidade mantido no solo. Esta observação indica a possibilidade de ajuste osmótico das plantas para os tratamentos com menor disponibilidade de água (25-50, 50-75%), quando o nível de salinidade excedeu o limite de tolerância da cultura nos tratamentos cuja CE era de 8,0 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados deste experimento estão de acordo com aqueles obtidos por Marcum & Murdoch (1990) os quais relatam decréscimo no teor de água do tecido de plântulas de grama, com aumento da salinidade, indicando que o ajuste osmótico não é resultado exclusivo da acumulação de solutos, mas também por desidratação do tecido da planta.

**Quadro 5.** Teor relativo de água nas folhas de plantas de cebola, avaliado aos 69 dias após o transplantio (TRA<sub>2</sub>).

CE dS m <sup>-1</sup>	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	73,25	73,57	79,29	75,37a <sup>1</sup>
2,0	73,70	76,98	75,71	75,46 <sup>a</sup>
4,0	70,14	69,89	73,16	71,06ab
6,0	57,09	63,39	67,21	62,57b
8,0	76,77	71,58	65,17	71,18ab
Média U	70,19	71,08	72,11	
d.m.s.	CE = 10,54			

1- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

O índice refratométrico - IR (Quadro 6), avaliado aos 69 dias após o transplantio não foi significativamente influenciado pelo aumento da umidade do solo, mas variou com significância estatística em função do aumento da salinidade do solo no início da bulbificação. Essa situação está de acordo com Garcia et al. (1974) ao concluírem que os resultados do IR correlacionados com os respectivos potenciais de água do solo não ofereceram estimativas consistentes para o controle de água de irrigação na cultura de tomateiro.

**Quadro 6.** Índice refratométrico nas folhas de plantas de cebola, avaliado aos 69 dias após o transplantio (IR).

CE dS m <sup>-1</sup>	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	3,1	3,5	2,9	3,1ab <sup>1</sup>
2,0	3,5	4,2	4,2	3,9a
4,0	2,3	3,5	3,5	3,1ab
6,0	3,8	3,5	3,9	3,7ab
8,0	3,2	2,9	2,4	2,8b
Média U	3,2	3,5	3,4	
d.m.s.	CE = 1,0			

1- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento do estresse salino do solo refletiu-se em declínio do teor de clorofila nas folhas da cebola (Quadro 7) para qualquer valor de umidade do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Tewari & Singh, (1991) em leguminosas.

Apesar dos processos fisiológicos serem afetados diretamente pelo aumento da salinidade, a manifestação dos sintomas de injúrias nem sempre ocorre, exceto sob salinização

extrema (Klar, 1984; François et al., 1992).

A causa provável da redução do teor de clorofila pode ser atribuída à interrupção da estrutura dos cloroplastos e instabilidade do complexo protéico pigmentado, sob condições salinas do solo (Lapina & Popov, citados por Reddy & Vora 1986).

**Quadro 7.** Teor de clorofila ( $\text{mg dm}^{-2}$ ) nas folhas de plantas de cebola colhidas aos 84 dias após o transplantio.

CE $\text{dS m}^{-1}$	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	6,96	6,50	6,42	6,63a <sup>1</sup>
2,0	6,40	6,41	6,55	6,45a
4,0	6,19	6,46	6,45	6,34ab
6,0	5,64	5,20	5,95	5,60bc
8,0	4,92	4,90	5,04	4,96c
Média U	6,02	5,90	6,08	
d.m.s.	CE = 0,78			

1- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

A interação salinidade X umidade do solo não exerceu efeito significativo sobre os teores de prolina livre, que apresentou valor médio de  $0,22\mu\text{mol MV}^{-1}$ . Talvez o fato de não ter havido acúmulo de prolina livre no presente trabalho, tenha sido por se tratar de bulbos de cebola e não folhas, ou ainda, talvez não tenha ocorrido desidratação necessária para o acúmulo do aminoácido.

Em algumas espécies, o acúmulo de prolina, aumenta em plantas submetidas a concentrações elevadas de NaCl, em comparação com as mantidas em meio não salino (Câmara et al., 1998). As plantas de milho respondem à salinização pela manutenção de maiores concentrações de sacarose e prolina, evidenciando possível papel atenuador da prolina aos sais (Rodríguez et al., 1997).

Os estudos sobre acumulação de prolina em relação a défices hídricos, são conduzidos de preferência em folhas destacadas da planta (Madruga & Rena, 1977). Em tecidos de reserva das culturas de batatinha, cenoura e nabo e em raízes de milho, não houve acúmulo de prolina induzido pelo murchamento (Stewart et al., citados por Madruga & Rena, 1977b).

Em relação ao teor de sólidos solúveis, não houve diferença significativa para o tratamento de sal e umidade. O teor obtido no experimento foi de 12,47%. Estes resultados diferem daqueles encontrados por Queiroz & Büll (2001) os quais constataram na primeira leitura realizada em trabalho com cultivares de algodão, elevação do teor de sólidos solúveis, com a redução do potencial osmótico do solo.

O Quadro 8 apresenta as médias da absorção de sódio pela planta. Observa-se diferenças significativas para os tratamentos de sal, umidade e na interação dos mesmos. Nota-se que a absorção do elemento pelas plantas foi proporcional à concentração de sal no solo, exceto para CE  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ , nos níveis de umidade de 50 e 75% da CC, que apresentou maiores valores, decrescendo em seguida. Com relação à umidade do solo, as maiores concentrações do elemento nas plantas foram verificadas no tratamento com menor nível de umidade. Em termos médios, os valores decresceram com as maiores disponibilidades de água no solo, e permaneceram estáveis para os maiores valores de condutividade elétrica. Resultados semelhantes foram verificados por Ashraf & Mcneilly (1987), ao constatarem aumento no teor de  $\text{Na}^+$  nas folhas, hastes e raízes de gramíneas com o aumento da salinidade no solo. Para Thomas (1980), a salinização ou

irrigação com sais comuns ou a mistura deles, geralmente NaCl ou CaCl<sub>2</sub>, aumenta a concentração dos cátions específicos na planta, com uma concomitante redução de outros cátions.

**Quadro 8.** Concentração de sódio (g kg<sup>-1</sup>) na parte aérea das plantas colhidas aos 40 dias após o transplantio.

CE dS m <sup>-1</sup>	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	0,7d	0,7d	0,7c	0,7d <sup>1</sup>
2,0	3,4c	3,0c	3,0b	3,1c
4,0	6,7b	5,9b	6,0a	6,2b
6,0	7,7Aab	7,8Aa	6,3Ba	7,3a
8,0	9,2Aa	6,5Bba	6,2Ba	7,3a
média U	5,5A	4,8B	4,5B	
d.m.s.	CE = 1,0	U = 0,6	CEdU = 1,7	UdCE = 1,4

1- Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferentes respectivamente na mesma linha e mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

**Quadro 9.** Concentração de potássio (g kg<sup>-1</sup> MS) na parte aérea das plantas colhidas aos 40 dias após o transplantio.

CE dS m <sup>-1</sup>	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	44,5	44,4	40,3	43,1a <sup>1</sup>
2,0	39,5	38,9	38,8	39,1ab
4,0	33,5	38,3	33,8	35,2b
6,0	36,0	33,6	36,7	35,4b
8,0	39,4	33,4	35,8	36,2b
média U	38,6	37,7	37,1	
d.m.s	CE = 4,4			

1- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados das médias de absorção de K na parte aérea estão representados no Quadro 9, aonde se verifica que o aumento da salinidade do solo inibiu significativamente a acumulação do K nas folhas da cebola. Apesar de não serem detectadas diferenças significativas da umidade do solo, os menores teores do nutriente referiram as plantas com maior disponibilidade de água no solo. Resultados semelhantes foram citados por Ojala et al. (1983) que relatam decréscimos na concentração de potássio com o aumento da salinidade em bulbinhos de cebola. De acordo com Malavolta (1997), o índice adequado na folha da cultura de cebola é de 40,0 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca.

A acumulação de cálcio na matéria seca foliar da cebola não diferiu significativamente em função da salinidade, da umidade do solo, e nem da interação entre ambos (Quadro 10). Malavolta (1997) considera teores de cálcio adequado na folha da cultura de cebola na ordem de 4,0 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca.

**Quadro 10.** Concentração de cálcio ( $\text{g kg}^{-1}$  MS) na parte aérea das plantas colhidas aos 40 dias após o transplântio.

CE $\text{dS m}^{-1}$	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	6,0	7,4	6,1	6,5
2,0	6,5	5,7	6,3	6,1
4,0	6,7	5,1	6,4	6,0
6,0	6,4	5,3	6,0	5,9
8,0	6,0	5,8	4,5	5,4
Média U	6,3	5,8	5,9	
d.m.s	CE = 1,5	U = 1,0	CEdU = 2,7	UdCE = 2,3

O aumento da salinidade da água de irrigação resultou no declínio da absorção e, em consequência, nos teores de magnésio na matéria seca da cebola (Quadro 11). Os resultados estão coerentes com as reduções do nutriente com a elevação na salinidade do solo, registradas por François et al. (1986) em trigo. Comparando com indicação de Malavolta (1997) a concentração está de acordo com níveis considerados adequados  $4,0 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria seca. Lauchi & Epstein (1984), afirmam que a absorção expressiva de sais leva a injúrias causadas, em maior parte, por toxicidade de íons. Os sítios nas plantas podem ser as membranas celulares, com possível consequência de redução no transporte de íons, levando a desbalanços iônicos e efeitos adversos na nutrição mineral de plantas.

**Quadro 11.** Concentração de magnésio ( $\text{g kg}^{-1}$  MS) na parte aérea das plantas colhidas aos 40 dias após o transplântio.

CE $\text{dS m}^{-1}$	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	4,8	5,8	5,3	5,3a <sup>1</sup>
2,0	4,7	4,1	4,9	4,6ab
4,0	4,7	3,8	4,2	4,2b
6,0	4,7	4,0	4,6	4,4b
8,0	4,1	3,4	3,0	3,5c
Média U	4,6	4,2	4,4	
d.m.s	CE = 0,8	U = 0,6	CEdU = 1,5	UdCE = 1,2

1- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

A matéria seca da parte aérea das plantas (Quadro 12) e dos bulbos (Quadro 13) foram drasticamente reduzidas com o aumento da salinidade de 0,13 para  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Por outro lado, o aumento da umidade do solo não exerceu efeito significativo nas variáveis estudadas.

Segundo Ayers & Westcot (1991), o rendimento das culturas cai significativamente com o aumento do teor de sais na solução do solo prejudicando a absorção de água pelas culturas, provocando dessa forma, deficiência hídrica nas plantas, mesmo em substrato adequado. Declínio na produção de matéria seca foi também verificado em plantas forrageiras, (François et al. 1992). Para Lima (1997), a dificuldade de absorção de água, a toxicidade de íons específicos e os efeitos indiretos dos sais nos processos fisiológicos são os fatores mais responsáveis pela redução do crescimento e produção das plantas em geral, inclusive da ceboleira.



**Quadro 12.** Comparação entre médias de peso de matéria seca parte aérea por vaso (g) na colheita.

CE dS m <sup>-1</sup>	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	160,8	158,1	183,3	167,4a <sup>1</sup>
2,0	126,8	128,1	108,3	121,1b
4,0	29,5	57,6	77,3	54,8c
6,0	16,7	12,3	26,0	18,3d
8,0	7,1	8,6	12,5	9,4d
média U	68,2	72,9	81,5	
d.m.s.	CE = 27,67			

1- Médias seguidas de letras minúsculas na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

**Quadro 13.** Comparação entre médias de peso do bulbo (g) por planta.

CE dS m <sup>-1</sup>	UMIDADE % CC			média CE
	25-50	50-75	75-100	
0,13	50,40	50,27	58,83	53,17a <sup>1</sup>
2,0	40,13	41,23	34,10	38,49b
4,0	8,60	18,07	24,40	17,02c
6,0	5,00	3,40	7,87	5,42d
8,0	1,73	1,90	3,53	2,39e
Média U	21,17	22,97	25,75	
d.m.s.	CE = 8,56	U = 5,65		

1- Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÕES

O aumento do teor de NaCl reduziu o teor de água e a clorofila nas folhas, o peso da matéria seca da parte aérea e o peso do bulbo das plantas de cebola.

A concentração de sais influenciou o índice refratométrico no início da bulbificação.

O aumento da salinidade da água promoveu redução de magnésio e potássio e aumento de sódio nas folhas da cebola.

O aumento da umidade do substrato não exerceu efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAF, M.; McNEILLY, T. Salinity effects on five cultivares/lines of pearl millet (*Pennisetum americanum* [L] Leeke). **Plant and Soil**, Dordrecht, v.103, p.13-9, 1987.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 213p. (Estudos FAO irrigação e drenagem, 29, Revisado 1).

BATAGLIA, O.C. et al. Métodos de análise química de plantas. **Boletim Técnico Instituto Agrônômico**, Campinas, n.48, p.1-48, 1983.

BATES, L.S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.39, p.205-7, 1973.

CÂMARA, T.R. et al. Efeito da putrescina e do estresse salino em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 153-156, 1998.

CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: Centro de Ciências Agrárias /Universidade Federal da Paraíba. 2000. 71 p.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. N.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba:Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Depto de Engenharia Rural, 2003. 118p. (Série Didática,13).

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Brasília. Serviço de produção de informação/Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. 412p.

FRANCOIS, L.E. et al. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semidwarf and durum wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, p.1053-8, 1986.

FRANCOIS, L.E.; DONOVAN, T.J.; MAAS, E.V. Yield, vegetative growth, and fiber length of Kenaf grown on saline soil. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.592-8, 1992.

GARCIA, J.G.; SCARDUA, K.; KLAR, A.E. O controle da água de irrigação através do teor relativo de água e do índice refratométrico em tomateiro. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo**, v.31, p.351-9, 1974.

KLAR, A.E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408p.

LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, Oakland, v.38, n.10, p.18-20, 1984.

LIMA, N.A. Efeito de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; AQUEIROZ, J. E.;

MEDEIROS, J. M.(Ed). **Manejo e controle da salinidade da agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. p.113-136.

MADRUGA, L.A.N.; RENA, A.B. Variações na concentração de prolina livre em folhas de plantas intactas de cinco cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas à desidratação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.4, p.226-36, 1977b.

MADRUGA, L.A.N.; RENA, A.B. Variações no teor de prolina livre em folhas destacadas de cinco cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas à desidratação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.24, p.217-25, 1977.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 201p.

MARCUM, K.B.; MURDOCH C.L. Growth responses, ion relations, and osmotic adaptations of eleven C4 turfgrasses to salinity. **Agronomy Journal**, Madison., v.82, p.892-6, 1990.

MASCARENHAS, M.H.T. Cultivares de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n.62, p.17-20, 1980.

OJALA, J.C. et al. Influence of mycorrhizae funghi on the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, p.255-9, 1983.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.;

QUEIROZ, J.F.; MEDEIROS, J.F. de (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba; Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. cap. 1, p. 1-35.

QUEIROZ, S.O.P.; BÜLL, L. T. Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo. **Irriga**, Botucatu, v.6, n.2, p.124-33, 2001.

REDDY, M.P.; VORA, A.B. Salinity induced changes in pigment composition and chlorophyllase activity of wheat. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v.29, p.331-4, 1986.

RHOADES, J.; KANDIAH,; A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Food Agriculture Organization. Irrigation Drainage Paper, n. 48, p. 1-177, 2000.

RODRÍGUEZ, H.G. et al. Growth, water relation, and accumulation of organic and inorganic solutes in roots of maize seedlings during salt stress. **Plant Physiology**, Rockeville, v.113, n.3, p.881-893, 1997.

SILVA, A. P. et al. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação. **Irriga**, Botucatu, n. 6, m. 2, p. 81-90. 2001.

TEWARI, T.N.; SINGH, B.B. Stress studies in lentil (*Lens esculenta* Moench). **Plant and Soil**, Dordrecht , v.136, p.225-30, 1991.

THOMAS, J.R. Osmotic and specific salt effects on growth of cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, p.407-12, 1980.

WANNAMAKER, M.J.; PIKE, L.M. Onion responses to various salinity levels. **Journal American Society Horticultural Science**, St. Joseph, v.112, n.1, p.49-52, 1987.