

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.2, p.149-155, abr.-jun., 2009

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 273 - 27/10/2007 • Aprovado em 19/05/2009

Francisco de A. de Oliveira<sup>1</sup>

José F. de Medeiros<sup>2</sup>

Mychelle K. T. de Oliveira<sup>3</sup>

Carlos J. G. de S. Lima<sup>3</sup>

Agenor B. de Almeida Júnior<sup>3</sup>

Maria das G. Amâncio<sup>3</sup>

# Desenvolvimento inicial do milho-pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade

## RESUMO

A cultura do milho-pipoca pode ser uma alternativa para o pequeno produtor nordestino, principalmente por apresentar preço de mercado diferenciado. O experimento foi conduzido no Departamento de Ciências Ambientais da UFRSA, objetivando avaliar o desenvolvimento inicial do milho-pipoca, em casa de vegetação, irrigado com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,13; 2,94; 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. As plantas foram coletadas aos 40 dias após semeadura, ocasião em que foram avaliados: o diâmetro do colmo, altura, número de folhas, área foliar, matéria seca da parte aérea e da raiz. Todos os parâmetros fisiológicos avaliados foram afetados pela salinidade, sendo o efeito mais expressivo no diâmetro do colmo.

**Palavras-chave:** estresse salino, irrigação, *Zea mays everta*

## Initial development of popcorn irrigated with water of different salinity levels

## ABSTRACT

Popcorn is an alternative crop for low income farmers on Brazilian Northeast, mainly due to its high value. A trial was carried in a greenhouse at the Environmental Sciences Department of Federal Rural University of the Semiarid, in Mossoró, RN, Brazil, to evaluate initial growth of popcorn irrigated with different levels of saline water (0.5; 2.3; 3.3; 4.3, and 5.0 dS m<sup>-1</sup>). Experimental design was entirely randomized with three replicates. Plants were harvested forty days after seeding, when the following characteristics were evaluated: stem diameter, plant height, number of leaves, leaf area, shoot and root dry matter. All parameters evaluated were influenced by salinity, with stem diameter having the more expressive effect.

**Key words:** saline stress, irrigation, *Zea mays everta*

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semiárido (UFRSA), Dept<sup>o</sup> Ciências Ambientais, BR 110, CEP 59626-310, Mossoró-RN. Bolsista CAPES. E-mail: thikaoamigao@bol.com.br.

<sup>2</sup> UFRSA, BR 110, C.P. 137, CEP 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: jfmedeir@ufersa.edu.br

<sup>3</sup> UFRSA, BR 110, Dept<sup>o</sup> de Ciências Ambientais, CEP 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: mychellekarla.oliveira@bol.com.br; kj.gon@bol.com.br; agenor\_almeida@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Pertencente à espécie botânica *Zea mays* L., o milho-pipoca se caracteriza por possuir grãos pequenos e duros que têm a capacidade de estourar quando aquecidos em torno de 180 °C, diferenciando-se, deste modo, do milho comum. O consumo nacional desse produto está em torno de 80 mil toneladas, sendo que 75%, desse mercado, é proveniente do milho importado, principalmente da Argentina (Sawazaki, 2001). A produção de milho-pipoca proveniente de híbridos americanos está se expandindo no Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Goiás. O uso de híbridos americanos ou gerações avançadas é de alto risco e necessita de orientação de técnicos experientes com a cultura.

A cultura do milho-pipoca pode ser uma boa alternativa para os pequenos produtores do semi-árido brasileiro, no entanto são indispensáveis estudos que possibilitem o manejo adequado dessa cultura, principalmente no tocante a irrigação, visto que a maior parte desta região apresenta baixa e irregular precipitação pluviométrica. A maior demanda por água vem forçando a utilização de fontes hídricas de diferentes níveis de salinidade, por já estarem comprometidas as de boa qualidade. Neste caso, a utilização dessas águas fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e ao manejo de práticas, como irrigação e adubação, com vistas a se evitar impactos ambientais, com conseqüentes prejuízos às culturas e à sociedade (Oliveira & Maia, 1998). Em muitos casos, a concentração de sais não atinge níveis osmóticos capazes de prejudicar a absorção de água pelas plantas (efeito direto); no entanto, a concentração de íons diversos pode provocar interferências indiretas na absorção de nutrientes pelas plantas, provocando distúrbios nutricionais e, conseqüentemente, ao funcionamento normal da planta (Tester & Davenport, 2003).

São poucos os genótipos cultivados no Brasil, com destaque para o híbrido Zélia, que é o mais comercializado e está acessível a qualquer produtor. É um híbrido triplo que, em culturas bem conduzidas, produz grãos tipo pérola de cor laranja com boa qualidade de pipoca. Pinho et al. (2003) avaliaram diferentes cultivares de milho-pipoca e verificaram que o híbrido 'Zelia' se destacou como uma das mais produtivas, apresentando os melhores resultados para peso dos grãos e capacidade de expansão. Coimbra (2000), trabalhando com esse híbrido em condições de irrigação, obteve uma produtividade média de 5400 kg ha<sup>-1</sup>.

Para a introdução de um genótipo numa determinada região, é de fundamental importância que sejam realizados estudos para avaliarem seu desenvolvimento nesse ambiente, e com base nestes estudos sejam determinados as melhores técnicas de manejo que propiciem condições favoráveis para que esse genótipo alcance o máximo de seu potencial genético.

Na literatura são inúmeros os trabalhos desenvolvidos para avaliação dos efeitos da salinidade na cultura do milho, sendo esses estudos realizados em diferentes condições ambientais, como trabalhos desenvolvidos em hidroponia (Willadino et al., 1995; Willadino et al., 1999; Azevedo Neto & Tabosa, 2000) e em campo (Shalhevet et al., 1995). Maas et al. (1983) avaliaram o efeito da salinidade em diferentes fases

de desenvolvimento de cultivares de milho e constataram que essas cultivares responderam distintamente de acordo com cada fase avaliada. Bezerra et al. (2001) estudaram os efeitos da salinidade no crescimento e no conteúdo de prolina de calos embriogênicos da cultivar Jatinã C3 anão. Amorim et al. (2005) avaliaram a produção de forragem hidropônica e Azevedo Neto et al. (2004) analisou o efeito do estresse salino sobre o crescimento, resposta estomática e acúmulo de solutos em diferentes genótipos de milho.

A maioria dos trabalhos desenvolvidos com esta cultura foi direcionada para o milho comum, de forma que são raros os trabalhos com milho-pipoca nas condições do semiárido do Rio Grande do Norte. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial do milho-pipoca 'híbrido Zélia' irrigado com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de níveis de salinidade na água de irrigação (0,5; 2,13; 2,94; 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>). A unidade experimental foi representada por um vaso com capacidade de 2,5 dm<sup>3</sup>, contendo uma planta. Os vasos foram preenchidos com substrato formado a partir de uma mistura de solo com 30% de composto orgânico. O solo utilizado neste trabalho foi coletado da camada de 0–20 cm de um argissolo vermelho amarelo de textura arenosa (EMBRAPA, 1999).

Foram semeadas quatro sementes por vaso, sendo realizado o desbaste aos 6 dias após a semeadura, deixando-se as duas plantas mais vigorosas, visando obter uma elevada homogeneidade entre as plantas.

As irrigações foram realizadas diariamente com água proveniente da rede de abastecimento do campus da UFERSA até ser efetuado o desbaste, ocasião esta em que se iniciou a irrigação utilizando-se água de diferentes salinidades, de acordo com os tratamentos adotados.

Os níveis de salinidades avaliados foram obtidos pela mistura de água oriunda de duas fontes, provenientes de poços localizados no campus da UFERSA, apresentando a condutividade elétrica de 0,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Antes de iniciar a diferenciação da água aplicada em cada tratamento, foram retiradas amostras de água diretamente nos poços, as quais foram submetidas a análises (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análises das águas empregadas na obtenção dos tratamentos utilizados no experimento

Origem da Água	pH	CEa (dS m <sup>-1</sup> )	Cátions (mmol/L)				Ânions (mmol/L)			RAS
			Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Cl	
Arenítica	8,0	0,50	2,00	0,90	2,87	0,4	4,0	0,2	1,8	2,32
Calcária	7,1	5,00	14,34	18,16	9,6	0,68	5,2	-	9,2	2,38

Os níveis de condutividade elétrica da água utilizada nos tratamentos, foram obtidos pela mistura das águas de 0,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, nas respectivas proporções; 1:0, 2:1, 1:1, 1:2, 0:1, proporcionando uma condutividade elétrica de 0,5; 2,13; 2,94; 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.

Aos 40 dias após a semeadura, as plantas foram coletadas e analisadas quanto ao número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação entre matéria seca da parte aérea e matéria seca do sistema radicular (MSPA/MSSR).

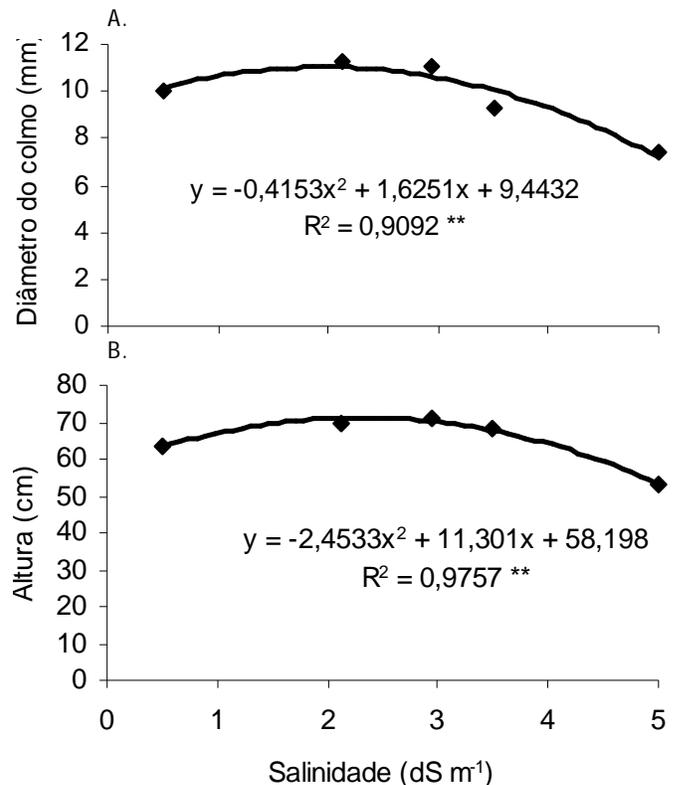
Para o número de folhas foram consideradas apenas as folhas ativas. Para determinação da área foliar foi utilizando o integrador de área foliar, modelo LI-3100 da Licor. O diâmetro do caule foi medido por meio de um paquímetro e a altura foi obtida por meio de régua graduada. Para determinação da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (em gramas de matéria seca), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 70 °C ± 1 °C, até atingir peso constante, em seguida foram pesadas em balança analítica de precisão 0,01g.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão, e, de acordo com o nível de significância no teste F para os níveis de salinidade, procedeu-se análise de regressão polinomial, utilizando-se o nível de 1 ou 5% (P<0,01 ou 0,05), sendo apresentados os modelos polinomiais de melhor ajuste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas no desenvolvimento inicial das plantas, responderam de forma distinta aos níveis de salinidade em todas as características avaliadas (Tabela 2). Souza et al. (2007), trabalhando com salinidade na cultura do feijão-de-corda, também verificaram resposta significativa em todos os parâmetros de crescimento avaliados.

O diâmetro do colmo foi afetado significativamente, sendo a resposta quadrática, o qual foi beneficiado com o incremento da salinidade da água de irrigação até 2,13 dS.m<sup>-1</sup>, quando a partir desta o diâmetro do colmo foi reduzido. No entanto, só foi verificada diferença significativa a partir da salinidade da água de 2,94 dS.m<sup>-1</sup>, sendo esta, a salinidade limiar para o diâmetro do caule, com uma redução de 20,5% no maior nível salino (Figura 1A).



**Figura 1.** Diâmetro do caule (1A) e altura (1B) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Zélia', submetidas à irrigação com água de diferentes níveis de salinidade

**Figure 1.** Stem diameter (1A) and plant height (1B) of popcorn plants, hybrid 'Zélia', submitted to the irrigation with water of different salinity levels

A variável altura das plantas aumentou com o incremento da salinidade até o nível de 3,5 dS.m<sup>-1</sup>, sendo que a partir desta, houve redução na altura das plantas (Figura 1B). A regressão quadrática foi a que apresentou melhor ajuste (R<sup>2</sup> = 0,9757). Pode-se verificar efeito benéfico do aumento da salinidade na altura das plantas até a salinidade de 2,94 dS.m<sup>-1</sup>. Esse comportamento pode ser explicado pelos teores de nutrientes contidos na água usada na irrigação (Tabela 1).

Considerando a diferença entre os extremos dos níveis salinos (0,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>), foi verificada uma redução de 16,4% na altura das plantas. O efeito mais comum da salinidade sobre as plantas, é a limitação do crescimento, devido ao aumento da pressão osmótica do meio e à conseqüente redu-

**Tabela 2.** Valores dos quadrados médios e significância estatística para as variáveis diâmetro do colo (DC), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), matéria seca do sistema radicular (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST) e da relação raiz/parte aérea para o milho-pipoca, híbrido 'Zélia', submetidas à irrigação com água de diferentes níveis de salinidade

**Table 2.** Mean square values and statistical significance for the variables, stem diameter (DC), height (ALT), Number of leaves (NF) leaf area (AF) root dry mass (MSR) shoot dry mass (MSPA), total dry mass (MST) and root/shoot ratio (MSR/MSPA) of popcorn plants, hybrid 'Zélia', submitted to irrigation with water of different salinity levels

Fonte de variação	GL	Quadrados médios							
		DC	ALT	NF	AF	MSR	MSPA	MST	MSR/MSPA
Salinidade	4	7,59**	161,77**	1,73**	46232,37**	1,78**	5,18**	12,74**	3,48**
Resíduo	10	0,38	21,62	0,21	3437,29	0,09	0,33	0,58	0,24
C. V. (%)		6,28	8,23	8,23	16,17	16,16	12,87	12,01	17,28

ção da água prontamente disponível, afetando a divisão celular e o alongamento das células. Redução do parâmetro de altura das plantas em resposta a salinidade também foi encontrada para a cultura do milho comum e feijoeiro (Trajano, 1981), no algodoeiro (Jácome et al., 2003), e em diversas outras culturas de valor econômico.

O número de folhas ativas foi reduzido significativamente a partir do nível salino de 3,5 dS.m<sup>-1</sup>, e este, por sua vez, apresentou redução de 32,7%, em relação ao menor nível salino (Figura 2A). Resultado similar foi encontrado por Romero-Aranda et al. (2001), trabalhando com tomateiro, verificaram que o número de folhas foi reduzido em proporção à concentração de NaCl. Essa redução pode ser devida à incapacidade de a planta produzir novas folhas mais rápido que a senescência (Muscolo et al., 2003), além da morte das folhas mais velhas por necrose de seus tecidos.

De acordo com Maas & Nieman (1978), as plantas quando submetidas aos estresses salino e/ou hídrico desenvolvem adaptações morfológicas e anatômicas, como alternativas para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração para garantir sua sobrevivência; reduções do tamanho e diminuição do número de folhas são exemplos de possíveis adaptações das plantas.

Trabalhos com outras culturas também demonstram o efeito da salinidade sobre o número de folhas, como aqueles re-

alizados por Cavalcanti et al. (2005) e Oliveira et al. (2006) em mamoneira e por Viana et al. (2001) em alface.

Quanto à área foliar, foi observado uma resposta positiva até a salinidade de 2,94 dS m<sup>-1</sup>, a partir da qual passou a ser prejudicial as plantas, todavia, apesar desse efeito as plantas irrigadas com água de salinidade de 3,5 dS.m<sup>-1</sup> apresentaram resposta semelhante ao tratamento testemunha (Figura 2B). No maior nível salino, a área foliar sofreu uma redução de cerca de 40% em relação àquelas plantas irrigadas com menor nível salino (0,5 dS.m<sup>-1</sup>). A área foliar em um dos principais parâmetros a serem avaliados no crescimento das plantas, uma vez que as folhas são responsáveis pelo processo fotossintético, e conseqüentemente uma futura melhor eficiência produtiva da planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2007), trabalhando com milho pipoca híbrido 'Jade'.

Willadino et al. (1999), trabalhando com milho em condições hidropônicas com diferentes níveis de salinidade, verificaram que o aumento do nível de sal na solução resultou numa redução do crescimento dos quatro genótipos estudados, onde as plantas submetidas ao maior nível salino apresentaram um decréscimo na área foliar e na produção de matéria seca superiores a 50%, quando comparadas ao controle. Este decréscimo da área foliar, possivelmente, está relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante (Tester & Davenport, 2003).

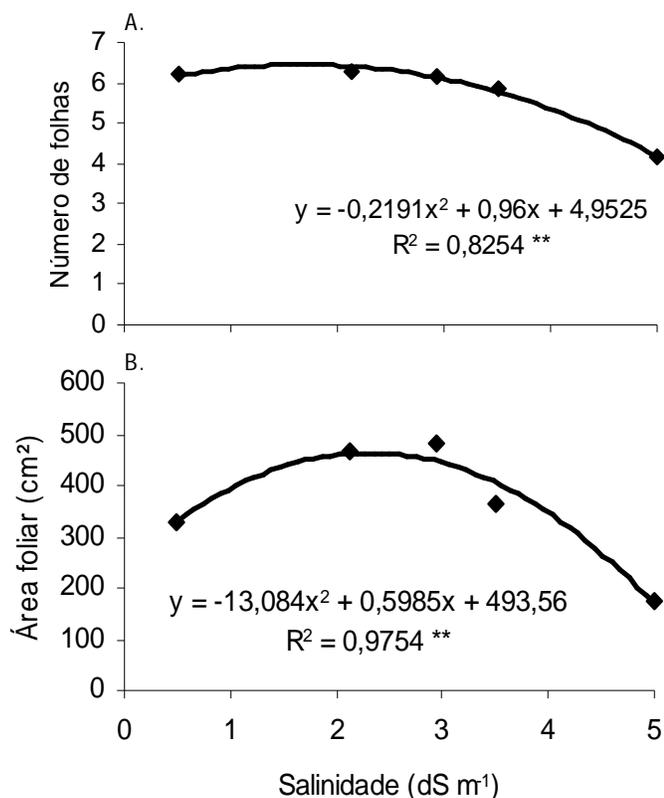
As matérias secas do sistema radicular e da parte aérea foram influenciadas pelo aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 3). No entanto, a matéria seca do sistema radicular apresentou redução significativa a partir da salinidade da água de irrigação com 3,5 dS.m<sup>-1</sup>, com uma redução de 77,4% no maior nível salino, em comparação com o tratamento testemunha (Figura 3A).

Na parte aérea o comportamento foi semelhante, no entanto o acúmulo de matéria seca foi reduzido no maior nível aplicado, em 48,53% (Figura 3B). Esses resultados estão próximos aos encontrados por Oliveira et al. (2007), trabalhando com o híbrido 'Jade', que encontraram redução de 79,1 e 54,3% na matéria seca do sistema radicular e da parte aérea, respectivamente. Oliveira et al. (2006) e Rodrigues et al. (2002) verificaram redução linear do sistema radicular, trabalhando com mamona e arroz, respectivamente.

O efeito mais comum da salinidade sobre a planta é, geralmente, detectado no crescimento, em razão do abaixamento do potencial osmótico da solução do solo, com conseqüente diminuição da disponibilidade e da absorção de água, afetando a divisão e o alongamento das células.

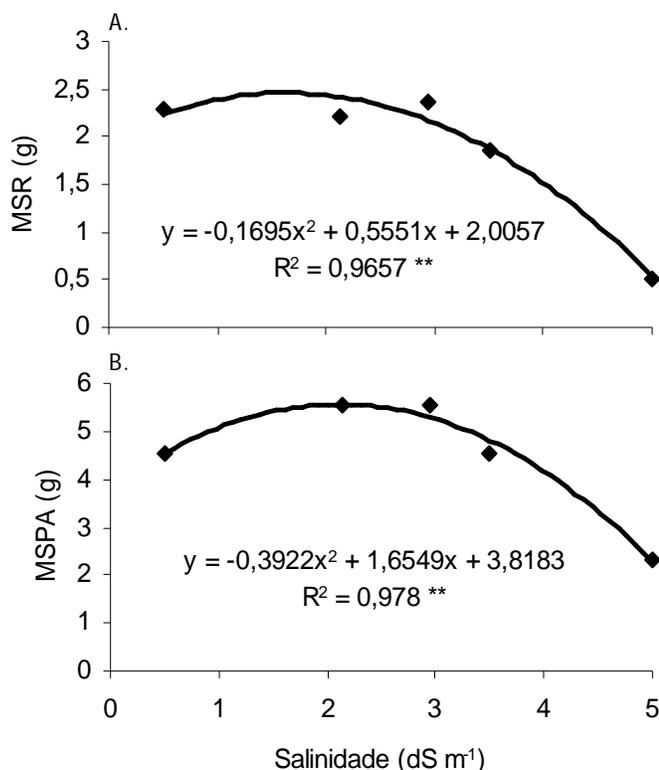
Para a matéria seca total foi observada resposta significativa aos níveis salinos aplicados ( $p < 0,01$ ), sendo o efeito verificado com a salinidade da água a partir de 3,5 dS.m<sup>-1</sup>, assim como para a matéria seca do sistema radicular e da parte aérea (Figura 4). O acúmulo da matéria seca sofreu uma redução de 58,3% no maior nível salino, em relação ao tratamento testemunha (Figura 4A).

Com relação aos efeitos da salinidade na relação matéria seca do sistema radicular/matéria seca da parte aérea (MSR/MSPA), verificou-se uma redução desse índice com o aumen-



**Figura 2.** Número de folhas (2A) área foliar (2B) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Zélia', submetidas à irrigação com água de diferentes níveis de salinidade

**Figure 2.** Leaf number (2A) and area (2B) of popcorn plants, hybrid 'Zélia', submitted to the irrigation with water of different salinity levels



**Figura 3.** Matéria seca do sistema radicular (3A) e da parte aérea (3B) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Zélia', submetidas à irrigação com água de diferentes níveis de salinidades

**Figure 3.** Root (3A) and shoot (3B) dry matter of popcorn plants, hybrid 'Zélia', submitted to the irrigation with water of different salinity levels

to dos níveis salinos (Figura 4B). Gurgel et al (2007) avaliaram o efeito da salinidade da água de irrigação sobre os índices fisiológicos na goiabeira e verificaram que a salinidade prejudicou mais o sistema radicular que a parte aérea e esta última é menos afetada que a fitomassa seca total. Essa resposta, provavelmente, foi devido ao reduzido volume de solo explorado pelo sistema radicular (2,5 dm<sup>3</sup>), além do acúmulo de sais em decorrência dos sais provenientes da água de irrigação aplicada nos tratamentos.

Comportamento diferente dessa relação foi encontrado por Fageria (1984), que verificou ser a parte aérea de plantas de arroz mais sensível em níveis altos de salinidade que as raízes.

Os dados da literatura sugerem que, em milho, as raízes parecem suportar melhor a salinidade que a parte aérea, fenômeno este que pode estar associado a um ajustamento osmótico mais rápido e a uma perda de turgor mais lenta das raízes, quando comparadas com a parte aérea. Izzo et al. (1991) verificaram diminuição na razão parte aérea/raiz de plântulas de milho, com o incremento do estresse salino.

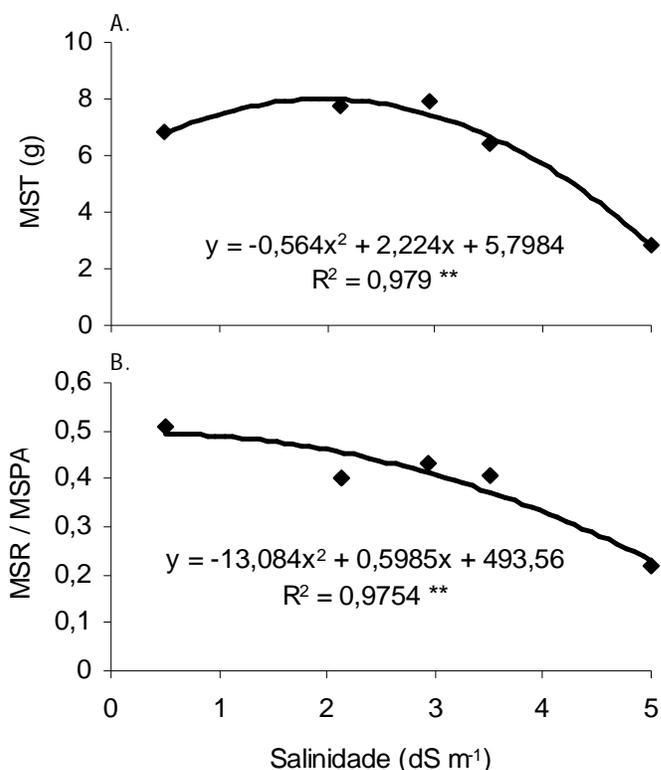
Segundo Shannon et al. (1997), as raízes são diretamente expostas aos ambientes salinos, mas seu crescimento é menos afetado que a parte aérea, aumentando, conseqüentemente, a relação MSR/MSPA. Correia et al. (2005), estudando os efeitos da salinidade em plântulas de arroz, verificaram que a medida que se elevaram os níveis salinos, aumentaram, tam-

bém, os valores da MSR/MSPA, principalmente no maior nível de condutividade elétrica da água da irrigação em função da parte aérea ter sido mais afetada pelos tratamentos salinos do que as raízes, o que denota sua maior sensibilidade aos sais.

O efeito da salinidade é diferenciado nas diferentes partes da planta, dependendo da espécie, de variedades dentro de uma mesma espécie, bem como, nas diferentes fases fenológicas da cultura. Viana et al. (2001) observaram que a alface em fase de muda, a parte aérea decresce linearmente com o aumento da CEa, mas, o sistema radicular só é prejudicado quando a CEa excede a 2,54 dS.m<sup>-1</sup>.

De forma geral, com exceção do diâmetro do caule, que sofreu redução em condição de salinidade a partir de 2,94 dS.m<sup>-1</sup>, as demais variáveis analisadas só foram afetadas significativamente com a salinidade da água a partir de 3,5 dS m<sup>-1</sup>. Gurgel et al. (2007) constataram que o aumento da salinidade da água de irrigação diminuiu o número de folhas emitidas, a altura e o diâmetro de caule e altura das plantas de mudas de goiabeira. Segundo Morales et al. (2001), nem todas as partes da planta são igualmente afetadas pela salinidade, bem como, a adaptação ao estresse salino varia entre espécies e em um mesmo genótipo pode variar entre estádios fenológicos.

Izzo et al. (1993) demonstraram que a redução do crescimento de plantas de milho em condições de estresse salino está associada a uma redução do potencial osmótico da planta,



**Figura 4.** Matéria seca total (4A) e relação raiz/parte aérea (4B) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Zélia', submetidas à irrigação com água de diferentes níveis de salinidade

**Figure 4.** Total dry matter (4A) and root/shoot ratio (4B) of popcorn plants, hybrid 'Zélia', submitted to the irrigation with water of different salinity levels

e não ao potencial de pressão, o que indica um ajustamento osmótico decorrente da síntese de solutos compatíveis. A redução nas características avaliadas se deve possivelmente a diminuição do potencial osmótico provocado pelo aumento dos sais solúveis na solução do solo, que dificultam a absorção de água pelas plantas.

## CONCLUSÕES

A altura das plantas, número de folhas, diâmetro do caule, área foliar, matéria seca da raiz, matéria seca da parte aérea e matéria seca total, e a relação raiz/parte aérea foram afetados pela salinidade.

Dentre as variáveis avaliadas, o diâmetro foi a variável mais afetada pela salinidade.

O sistema radicular foi mais sensível à salinidade do que a parte aérea da planta.

## LITERATURA CITADA

- Amorim, D.M.B.; Notaro, I.A.; Furtado, D.A.; Gheyi, H.R.; Baracuh, J.G.V. Avaliação de diferentes níveis de salinidade da água utilizada na produção de forragem hidropônica de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Suplemento*, p.339-342, 2005.
- Azevedo Neto, A.D.; Prisco, J.T.; Enéas-Filho, J.; Lacerda, C.F.; Silva, J.V.; Costa, P.H.A.; Gomes-Filho, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.16, n.1, p.31-38, 2004.
- Azevedo Neto, A.D.; Tabosa, J.N. Estresse salino em plântulas de milho: parte I. análise do crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.2, p.159-164, 2000.
- Bezerra, J.S.; Willadino, L.; Câmara, T.R. Crescimento de calos embriogênicos de milho submetidos ao estresse salino. *Scientia Agrícola*, v.58, n.2, p.259-263, 2001.
- Cavalcanti, M.L.F.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R.; Barros Júnior, G.; Soares, F.A.L.; Siqueira, E.C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, Suplemento, p.57-61, 2005.
- Coimbra, R.R. Seleção entre famílias de meios-irmãos da população DFT 1-Ribeirão de Milho-pipoca. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 54p. Dissertação Mestrado.
- Correia, K.G.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R.; Gurgel, M.T.; Rodrigues, L.N. Crescimento do amendoineiro irrigado com águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, (Suplemento), p.81-85, 2005.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.
- Fageria, N.K. Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz. Rio de Janeiro: Ed. Campus: EMBRAPA. 1984. 341p.
- Gurgel, M.T.; Gheyi, H.R.; Fernandes, P.D.; Santos, F.J.S.; Nobre, R.G. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. *Caatinga*, v.20, n.2, p.24-31, 2007.
- Izzo, R. Navari-Izzo, F.; Quartacci, F. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. *Journal of Plant Nutrition*, v.14, n.7, p.687-699, 1991.
- Izzo, R.; Scagnozzi, A.; Belligno, A.; Navari-Izzo, F. Influence of NaCl treatment on Ca, K and Na interrelations in maize shoots. In: Fragoso, M.A.C.; Beusichem, M.L. (Ed.) Optimization of plant nutrition. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.577-582.
- Jácome, A.G.; Oliveira, R.H.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R.; Souza, A.P.; Gonçalves, A.C.A. Crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 25, n.2, p.305-313, 2003.
- Maas, E.V.; Nieman, R.H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: Jung, G.A. (ed.). Crop tolerance to sub-optimal land conditions. Madison: American Society of Agronomy 1978. cap 1.p.277-279. Special publication, 32
- Maas, E.V.; Hoffman, G.J.; Chaba, G.D.; Shannon, M.C. Salt sensitivity of corn at various stages. *Irrigation Science*, v.4, n.1, p.45-57, 1983.
- Morales, M.A.; Olmos, E.; Torrecillas, A.; Alarcon, J.J. Differences in water relations, leaf ion accumulation and excretion rates between cultivated and wild species of *Limonium* sp. grown in conditions of saline stress. *Flora*, v.196, n.5, p.345-352, 2001.
- Muscolo, A.; Panuccio, M. R.; Sidari, M. Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hoscht). *Plant Science*, v.164, n.6, p.1103-1110, 2003.
- Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, M.K.T.; Lima, C.J.G.S.; Galvão, D.C. Desenvolvimento inicial do milho-pipoca 'jade' irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. *Revista Verde*, v.2, n.1, p.45-52, 2007.
- Oliveira, M.; Maia, C.E. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.2, n.1, p.17-21, 1998.
- Oliveira, M.K.T.; Oliveira, F.A.; Medeiros, J.F.; Lima, C.J.G.S.; Guimarães, I.P. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis*). *Revista Verde*, v.1, n.1, p.68-74, 2006.
- Pinho, R.G.V.; Brugnera, A.; Pacheco, C.A.P.; Gomes, M.S. estabilidade de cultivares de milho-pipoca em diferentes ambientes, no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.1, p.53-61, 2003.
- Rodrigues, L.N.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R.; Viana, S.B.A. Germinação e formação de mudas de arroz irrigado sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.3, p.397-403, 2002.
- Romero-Aranda, R.; Soria, T.; Cuartero, J. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, v.160, n.2, p.265-272, 2001.
- Sawazaki, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. *O Agrônomo*, v.53, n.2, p.11-13, 2001.
- Shalhevet, J.; Huck, M.G.; Schroeder, B.P. Root and shoot growth responses to salinity in maize and soybean. *Agronomy Journal*, v.87, n.3, p.512-516, 1995

- Shannon, M.C. Genetics of salt tolerance in higher plants. In: Jaiwal, P.K.; Singh, R.P.; Gulati, A. (ed.). Strategies for improving salt tolerance in higher plants. Oxford: BII, 1997. p.265-289.
- Souza, R.A.; Lacerda, C.F.; Amaro Filho, J.; Hernandez, F.F.F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. *Revista Brasileira Ciência Agrária*, v.2, n.1, p.75-82, 2007.
- Tester, M.; Davenport, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, p.503-527, 2003.
- Trajano, M.D.M. Acúmulo de sais no solo e comportamento de algumas plantas tratadas com água salina. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 1981. Dissertação Mestrado.
- Viana, S.B.A.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R. Germinação e formação de mudas de alface em diferentes níveis de salinidade de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.2, p.259-264, 2001.
- Willadino, L.; Câmara, T.R.; Santos, M.A.; Torne, J.M. Obtenção de uma linhagem de milho tolerante ao estresse salino mediante a cultura de anteras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, n.11, p.1313-1318, 1995.
- Willadino, L.; Martins, M.H.B.; Câmara, T.R.; Andrade, A.G.; Alves, G.D. Resposta de genótipos de milho ao estresse salino em condições hidropônicas. *Scientia Agrícola*, v.56, n.4, suplemento, p.1209-1213, 1999.