

Maria Williane de Lima Souza¹
Rafaela Cristina da Cunha¹
Paula Alinne de Almeida Costa¹
Isadora Nayara B. Medeiros de Moura¹
Francisco Mardones Servulo Bezerra¹
Luan Alves Lima¹
Luiz Aurelio Freitas Pereira¹
Francisco de Assis de Oliveira^{2*}

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 17/05/2014. Aprovado em 30/09/2014.

¹ Estudante de Agronomia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN. E-mail: williane-lima@hotmail.com; rafacris_dantas@hotmail.com; mardonnestec@hotmail.com; luanefa2@yahoo.com.br; luizaurelio13@hotmail.com

³ Prof. Doutor, DCAT, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, CEP 59.625-900, Mossoró, RN. Fone (84) 9141 0022. E-mail: thikaoamigao@ufersa.edu.br



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO –
ISSN 1808-6845
Artigo Científico

Desenvolvimento inicial de milho doce e milho pipoca sob estresse salino

RESUMO

A produção de milhos especiais (milho doce e milho pipoca) pode ser uma alternativa para o pequeno produtor nordestino, principalmente por apresentar preço de mercado diferenciado, mas ainda são culturas pouco estudadas nessa região. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de dois milhos especiais sob estresse salino. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,5 e 4,5 dS m⁻¹) e dois tipos de milho (milho doce e milho pipoca), com cinco repetições. As plantas foram analisadas no estágio de pendoamento, e foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas, diâmetro do colmo, número de folhas, área foliar, massa seca de colmo, massa seca de folhas, massa seca de raiz, massa seca de pendão e massa seca total, MSPA/MSR, área foliar específica e razão de área foliar. O uso de água salina na irrigação provocou redução em todas as variáveis de crescimento de ambas as culturas, mas a intensidade do efeito da salinidade variou de acordo com a cultura. De forma geral, as variáveis mais afetadas foram massa seca de pendão (51,9%) folhas (44%), raiz (40,3%) e total (40,9%). O milho doce apresentou menor perda relativa para a maioria das variáveis analisadas, sendo, portanto mais tolerante à salinidade do que o milho pipoca.

Palavras-Chaves: *Zea mays*, milho doce, milho pipoca, estresse salino

Initial development of sweet corn and popcorn under salt stress

ABSTRACT

Production of specialty corn (sweet corn and popcorn) can be an alternative to the small northeastern producer, mainly by presenting differentiated market price, are even more poorly studied cultures in this region. The present work was to evaluate the initial development of two

special maize under salt stress. The experimental design was completely randomized in a 2 x 2 factorial, with two levels of salinity of irrigation water (0.5 and 4.5 dS m⁻¹) and two types of corn (sweet corn and popcorn) with five replications. Plants were analyzed at the stage of tasseling, and the following variables were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, dry weight of stem, leaf dry weight, root dry weight, dry weight tassel and total dry mass, MSPA/MSR ratio, specific leaf area and leaf area ratio. The use of saline irrigation water caused a reduction in all parameters of growth of both cultures, but the intensity of the effect varied with salinity culture. In general, the most affected variables dried tassel (51.9%) leaves (44%), root (40.3%) and total (40.9%) were weight. Sweet corn had smaller loss relative to most variables, being therefore more tolerant to salinity than the popcorn.

Key words: *Zea mays*, sweet corn, popcorn, saline stress

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de grãos de milho no ano de 2013 foi de 82 milhões de toneladas (CONAB, 2013), tornando o Brasil o terceiro maior produtor mundial de milho (USDA, 2013).

A produção brasileira de milho em grãos tem dois principais destinos. O primeiro refere-se àquela parcela do milho que é produzida e consumida no próprio estabelecimento, destinando-se ao consumo animal e ao consumo humano. O segundo destina-se ao mercado consumidor, direcionados principalmente para fábricas de rações, indústrias químicas, mercado de consumo *in natura* e exportações.

Atualmente a produção de milhos especiais vem ganhando espaço entre os produtores brasileiros, a exemplo do milho doce e do milho pipoca, pelo fato de apresentarem preços diferenciados em relação ao milho comum.

O milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *rugosa*) é classificado como especial e destina-se exclusivamente ao consumo humano. A principal diferença entre o milho convencional e o milho doce é a presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo caráter doce (BARBIERI et al., 2005).

Dessa forma, a exploração do milho doce pode constituir-se em alternativa econômica tanto para os hortigranjeiros dos cinturões verdes das grandes metrópoles, especialmente os agricultores familiares que produzem milho para consumo *in natura*, como para aqueles de locais mais distantes com produção de milho destinado ao processamento industrial (ZÁRATE et al., 2009).

Pertencente à espécie botânica *Zea mays* L., o milho-pipoca (*Zea mays* *evarta*) 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.

De acordo com Miranda et al. (2011), o Brasil é o segundo maior produtor de milho pipoca, com produção de 80 mil toneladas/ano, gerando uma movimentação de US\$ 130 milhões. No entanto, mesmo ocupando esta posição no ranking mundial e o valor comercial do milho-pipoca sendo três vezes superior ao do milho comum, o cultivo comercial brasileiro ainda é modesto (MIRANDA et al., 2011).

A produção dessas culturas 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 (OLIVEIRA et al., 2009).

Na região semiárido do Nordeste brasileiro, o uso da irrigação é prática de fundamental importância para se obter elevada produtividade, no entanto, grande parte dos produtores da região fazem uso de águas coletadas em reservatórios superficiais como pequenos açudes e poços rasos perfurados no calcário Jandaíra, que apesar de conter grande manancial hídrico, apresentam, na maioria dos casos, fontes hídricas com alto teor de sais dissolvidos (MEDEIROS et al., 2003).

De acordo com a literatura, o uso dessas águas para irrigação deve ser realizado de forma criteriosa, pois quando utilizada na irrigação de plantas sensíveis pode provocar significativas reduções no desenvolvimento e na produtividade das culturas, dentre estas a cultura do milho (CARVALHO et al., 2012; SOUSA et al., 2012; SILVA et al., 2014). Em todos estes trabalhos foram utilizadas sementes de milho comum, destinado a produção de grãos, sendo escassos estudos sobre o efeito da salinidade sobre o desenvolvimento de milhos especiais (MOTERLE et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2009).

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de dois tipos de milho especial (milho doce e milho pipoca) irrigadas com água de baixa e alta salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, nos meses de maio à julho de 2014, na área experimental do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró, RN (5° 11' 31" S; 37° 20' 40" W; altitude de 18 m).

A casa de vegetação utilizada apresenta cobertura de polietileno de baixa densidade transparente com 0,10 mm de espessura, tratada contra a ação de raios ultravioletas e em formato tipo arco, com 7,0 m de largura e 21 m de comprimento. As paredes laterais e frontais são confeccionadas com telas anti-afídeos e rodapé de 0,30 m em concreto armado.

Como substrato foi utilizado o solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006), coletado em área não cultivada e localizada no campus da UFERSA. Antes da instalação

do experimento retirou-se uma subamostra para ser analisada quimicamente (EMBRAPA, 1997), e as características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento

pH*	Análise química									Análise granulométrica		
	N	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H	Areia	Silte	Argila
	--- g kg ⁻¹ ---		-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----		
6,47	0,63	10,16	10,7	176,7	35,4	2,99	1,44	0,00	1,82	780	110	110

*pH, em água, relação 1:2,5; N-nitrogênio total, obtido a partir do somatório dos teores de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺; M.O-matéria orgânica; P, K e Na, utilizou-se extrator Melich-1; N, Ca, Mg, Al e H, utilizou-se extrator KCl 1N

O experimento foi instalado em delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo duas salinidades da água de irrigação (0,5 e 4,5 dS m⁻¹) e dois tipos de milho (milho doce e milho pipoca), com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. A unidade experimental foi representada por um vaso com capacidade para 12 kg de solo, contendo uma planta.

Com vista à salinidade S1-0,5 dS m⁻¹ foi utilizada água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA cujas análises físicas e químicas determinaram as seguintes características: pH = 8,30; CE = 0,50 dS m⁻¹; Ca²⁺ = 3,10; Mg²⁺ = 1,10; K⁺ = 0,30; Na⁺ = 2,30; Cl⁻ = 1,80; HCO₃⁻ = 3,00 e CO₃²⁻ = 0,20 (mmol_c L⁻¹). Na preparação da maior salinidade (4,5 dS m⁻¹) foi adicionada uma mistura de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O em água coletada em poço profundo localizado no Campus central da UFERSA.

Utilizaram-se sementes de milho doce, cv. super doce Aruba (Feltrim[®]) e milho pipoca, híbrido 'Zélia'. A semeadura foi realizada colocando-se cinco sementes em cada vaso e realizou-se o desbaste cinco dias após a semeadura deixando-se em cada vaso a planta mais vigorosa.

Adotou-se o sistema de irrigação por gotejamento utilizando-se emissores tipo microtubo cujo fornecimento de água foi realizado através de reservatório (vasos plásticos com capacidade para 80 L) suspensos sobre cavaletes de forma a se obter uma carga hidráulica inicial de 1,0 m.

O sistema de distribuição de água foi composto de quatro linhas laterais de tubos flexíveis com diâmetro de 16 mm, uma para cada fileira de vasos, sendo instalados os microtubos nas linhas laterais, espaçados 0,5 m, correspondente a um emissor em cada vaso. Foram utilizados emissores de 0,50 m de comprimento definido em testes para estabelecimento do comprimento obtendo-se vazão média de 1,6 L h⁻¹.

Para minimizar o efeito da redução de carga hidráulica sobre a vazão dos emissores as irrigações eram iniciadas sempre com os reservatórios em sua capacidade máxima de água de forma que, para atender ao

suprimento hídrico das plantas, não era necessário aplicar toda a água do reservatório.

As plantas foram coletadas e analisadas aos 45 dias após a semeadura, quando se apresentavam no estádio pendoamento (VT), quando o último ramo do pendão estava completamente visível e os "cabelos" não tinham emergido. As plantas foram coletadas cortando-as rente ao solo e em seguida foram ensacadas em transportadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade para serem analisadas quanto às seguintes variáveis: altura de plantas (ALT), determinada utilizando uma trena, medindo-se a distância entre local do corte (superfície do solo) e o ápice da planta; diâmetro do colmo (DC), determinada utilizando um paquímetro digital, considerando a média entre duas medidas tomadas de forma perpendiculares realizadas na seção de corte das plantas; número de folhas (NF), contabilizadas apenas as folhas que apresentavam mais de 60% de coloração verde; área foliar (AF), determinada partir de medidas lineares de comprimento e largura máxima do limbo foliar (AF = 0,75(CxL)), utilizando o fator de correção 0,75; massa seca de colmo (MSC), folhas (MSF), raiz (MSR), pendão (MSP) e massa seca total (MST). Para determinação da biomassa seca, o material fresco foi acondicionado em sacos de papel e posto para secar em estufa com circulação de ar forçada, à temperatura de 65°C até atingir massa constante, sendo determinado em balança de precisão (0,01 g).

A partir do somatório dos dados de massa seca de colmo, folhas, raiz e pendão, determinou-se a massa seca da parte aérea (MSPA), que foi utilizada na determinação da razão MSPA/MSR.

A partir da área foliar e massa seca de folhas, a área foliar específica (AFE) foi obtida pela Equação 1.

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad (1)$$

onde:

AFE – área foliar específica, cm² g⁻¹;

AF – área foliar, cm² planta⁻¹;

MSF – massa seca de folha, g/planta.

A partir da área foliar e massa seca da parte aérea, a razão de área foliar (RAF) foi obtida pela Equação 2.

$$\frac{RAF}{MSP} = \frac{AF}{MSP} \quad (2)$$

onde:

RAF – razão de área foliar, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ MSPA;

AF – área foliar, $\text{cm}^2/\text{planta}$;

MSPA – massa seca da parte aérea, g/planta .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Software Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho doce apresentou plantas com maior altura em relação ao milho pipoca em ambas as salinidades (Figura 1A), sendo a diferença mais evidente na maior salinidade (80,7%). Quanto ao efeito da salinidade, se verificou que o uso de água salina provocou redução significativa na altura das plantas em ambas as culturas, com perdas variando de 26,9 a 44,7%, para milho doce e milho pipoca, respectivamente (Figura 1A).

Na literatura são encontrados diversos estudos que relatam o efeito negativo da salinidade sobre o desenvolvimento em altura na cultura do milho comum (GOMES et al., 2011; SOUSA et al., 2012) e do milho pipoca (OLIVEIRA et al., 2009).

O efeito mais comum da salinidade sobre as plantas, é a limitação do crescimento, devido ao aumento da pressão osmótica do meio e à consequente redução da água prontamente disponível, afetando a divisão celular e o alongamento das células (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Na Figura 1B são apresentados os resultados obtidos para diâmetro do colmo, na qual verificou-se que não houve diferença significativa entre as culturas em nenhuma das salinidades utilizadas. Entretanto, houve efeito da salinidade sobre o diâmetro do colmo apenas para o milho pipoca, o qual apresentou redução de 15,7% quando foi irrigada com água de maior salinidade (Figura 1B).

Em estudo desenvolvido com milho pipoca, híbrido ‘Zélia’, Oliveira et al. (2009) obtiveram redução de 20,5% no diâmetro do colmo quando se utilizou água com salinidade de 5,0 dS m^{-1} . Em contrapartida, Sousa et al. (2012) também não observaram redução nesta variável em plantas de milho submetidas ao estresse salino.

Para o número de folhas (NF), verificou-se que o milho doce apresentou maior emissão foliar quando as plantas foram irrigadas com água de menor salinidade (0,5 dS m^{-1}), sendo superior ao milho pipoca em 14,6%. Porém, não houve diferença significativa entre as culturas quando as plantas foram irrigadas com água de maior salinidade. Com relação ao efeito da salinidade, houve resposta significativa apenas para o milho doce, que apresentou redução de 12,7% em NF na maior salinidade (Figura 2A).

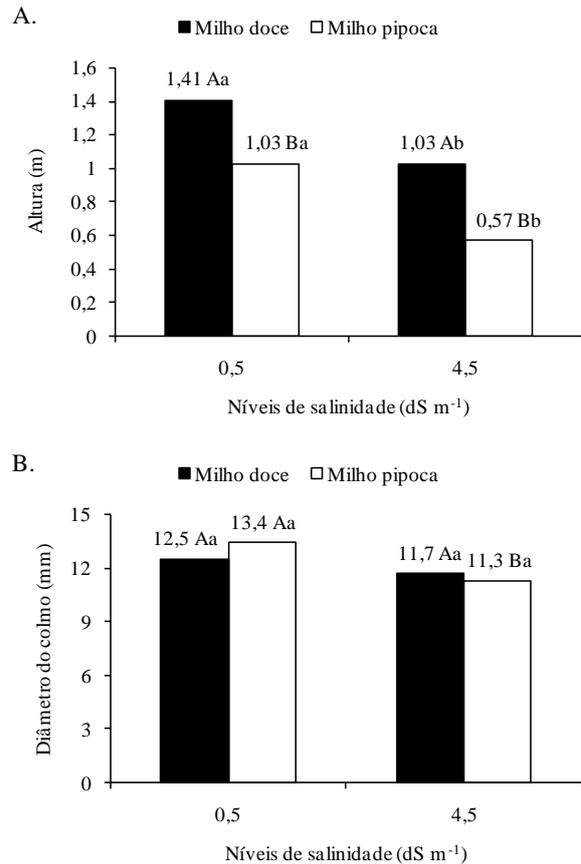


Figura 1. Altura (A) e diâmetro do colmo (B) em plantas de milho cultivadas com e sem estresse salino

A redução no número de folhas pode ser justificada considerando que uma das alterações fisiológicas em relação ao estresse hídrico, provocado pela redução no potencial osmótico, é a maior produção endógena de hormônios vegetais, como o ácido abscísico e o etileno, e na presença desses compostos há maior senescência e abscisão foliar (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Quanto à área foliar (AF) verificou-se que o milho doce apresentou maiores valores em relação ao milho pipoca nas duas salinidades, sendo superior em aproximadamente 37% (Figura 2B). Ainda na Figura 2B, pode-se observar que as duas culturas apresentaram redução significativa na AF quando as plantas foram irrigadas com água salina (4,5 dS m^{-1}), apresentando redução de 28,2 e 28,7% para milho doce e milho pipoca, respectivamente.

Sabe-se que a área foliar é resultante do número de folhas e da área do limbo foliar, no entanto, analisando as Figuras 2A e 2B em conjunto, percebe-se que a expansão do limbo foliar foi mais afetada pela salinidade do que a emissão de novas folhas, pois conforme a Figura 2A, não houve efeito da salinidade sobre o número de folhas do milho pipoca, mais a mesma cultura teve sua área foliar reduzida pela salinidade.

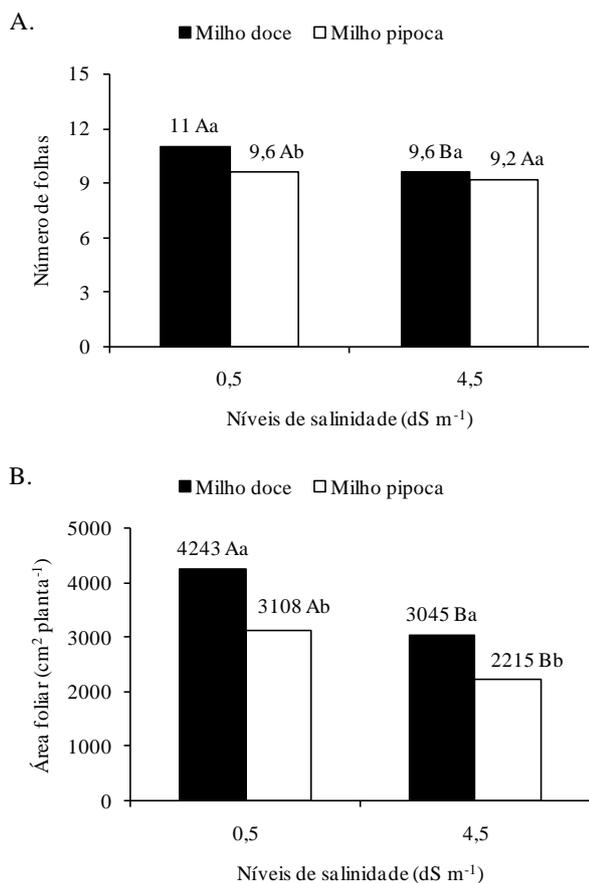


Figura 2. Número de folhas (A) e área foliar (B) em plantas de milho cultivadas com e sem estresse salino

A área foliar é uma das variáveis de crescimento vegetal mais afetada pela salinidade, pois sob estresse salino as plantas apresentam redução na transpiração e na taxa de assimilação líquida de CO₂ provocada pelo fechamento dos estômatos em resposta ao baixo potencial da água do solo devido à elevada concentração salina.

Outros pesquisadores também relataram efeito negativo da salinidade sobre o desenvolvimento foliar das culturas do milho (SOUSA et al., 2012; SILVA et al., 2014). A redução no crescimento foliar representa um mecanismo de defesa das plantas sob condições de estresse hídrico e salino, reduzindo as perdas de água por transpiração (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Na Figura 3 são apresentados os resultados obtidos para o acúmulo de massa seca nas diferentes partes da planta, bem como o total de massa seca acumulada. Para a massa seca de caule (MSC) verificou-se que não houve diferença significativa entre as culturas, no entanto, percebe-se que, em termos absolutos, o milho pipoca foi maior em 10,4% na menor salinidade, porém apresentou menor massa seca de caule em 14,7% na maior salinidade (Figura 3A). Quanto ao efeito da salinidade, foi observada redução significativa nesta variável com o aumento da salinidade, ocorrendo perdas relativas de 28,9 e 44,4%, para milho doce e milho pipoca, respectivamente (Figura 3A).

O milho doce apresentou maior massa seca de folhas (MSF) nas duas salinidades, sendo superior em 39,6 e 64,9% nos níveis salinos de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 3B). Em ambas as culturas o uso de água salina provocou redução na MSF, com maior perda ocorrendo no milho pipoca (48,6%), enquanto o milho doce apresentou redução de 39,3% (Figura 3B).

Não houve diferença significativa entre as culturas para o acúmulo de massa seca no pendão (MSP) quando as plantas foram irrigadas com água de menor salinidade (0,5 dS m⁻¹), entretanto, quando se utilizou água de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹) o milho doce apresentou maior acúmulo de MSP, sendo superior em 160% em relação ao milho pipoca (Figura 3C). No tocante ao efeito da salinidade, constatou-se que o uso de água salina provocou redução significativa em ambas as culturas, ocorrendo perdas de 31,6% para o milho doce; e de 72,2% para o milho pipoca (Figura 3C).

O milho pipoca apresentou maiores valores para massa seca de raiz (MSR) independente da salinidade da água de irrigação utilizada, sendo superior em relação ao milho doce em aproximadamente 104,3 e 111,1%, nas salinidades 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 3D). As duas culturas apresentaram reduções significativas na MSR quando foram submetidas ao estresse salino, apresentando perdas de 41,3 para o milho doce; e de 39,4% para o milho pipoca (Figura 3D).

De forma geral, percebe-se no presente trabalho que a intensidade do efeito da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas é variável em função do órgão analisado. 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. (1991) 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, e não ao potencial de pressão, o que indica um ajustamento osmótico decorrente da síntese de solutos compatíveis.

Com relação à massa seca total, não houve diferença entre as duas culturas e nenhuma das salinidades estudadas, no entanto, quando as plantas foram irrigadas com água de salinidade 4,5 dS m⁻¹, o milho doce apresentou MST maior em 12,9%, apesar de não diferir estatisticamente do milho (Figura 3E). Analisando o efeito da salinidade, verificou-se que em ambas as culturas o uso de água salina provocou redução significativa na MST, ocorrendo perdas de 35,9 e 45,9%, para milho doce e milho pipoca, respectivamente (Figura 3E).

Respostas negativas do uso de água salina na cultura do milho têm sido relatadas por vários autores (OLIVEIRA et al., 2009; SOUSA et al., 2012; CARVALHO et al., 2012; GOMES et al., 2011; SILVA et al., 2014). O efeito negativo da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas ocorre devido a diminuição da disponibilidade hídrica no solo, ocasionando queda no potencial da água da folha, levando à perda de turgescência e ao fechamento estomático, o que pode

acarretar alterações na produção de biomassa (MUNNS & TESTER, 2008).

A partir dos valores obtidos de massa seca de colmo (MSC), folha (MSF), massa seca de pendão (MSP) determinou-se a massa seca da parte aérea (MSPA), resultante do somatório das variáveis anteriores; e a partir da MSPA e da MSR determinou-se a razão MSPA/MSR, cujos resultados são apresentados na Figura 3F. O milho doce apresentou maior razão MSPA/MSR nas duas salinidades estudadas.

Ainda na Figura 3F, percebe-se que houve variação entre as culturas quando se utilizou água salina na irrigação, de forma que o milho doce apresentou

aumento de 11,5% na MSPA/MSR, indicando que para esta cultura a parte radicular foi mais afetada que a parte aérea. Já a cultura do milho pipoca apresentou redução de 14,4% na razão MSPA/MSR, ou seja, a parte aérea foi mais afetada pela salinidade em relação ao sistema radicular.

Azevedo Neto & Tabosa (2000) trabalhando com dois genótipos de milho em cultivo hidropônico verificaram que o aumento da salinidade provocou redução na razão MSPA/MSR, entretanto, segundo esses autores, o grau de redução variou entre os genótipos utilizados.

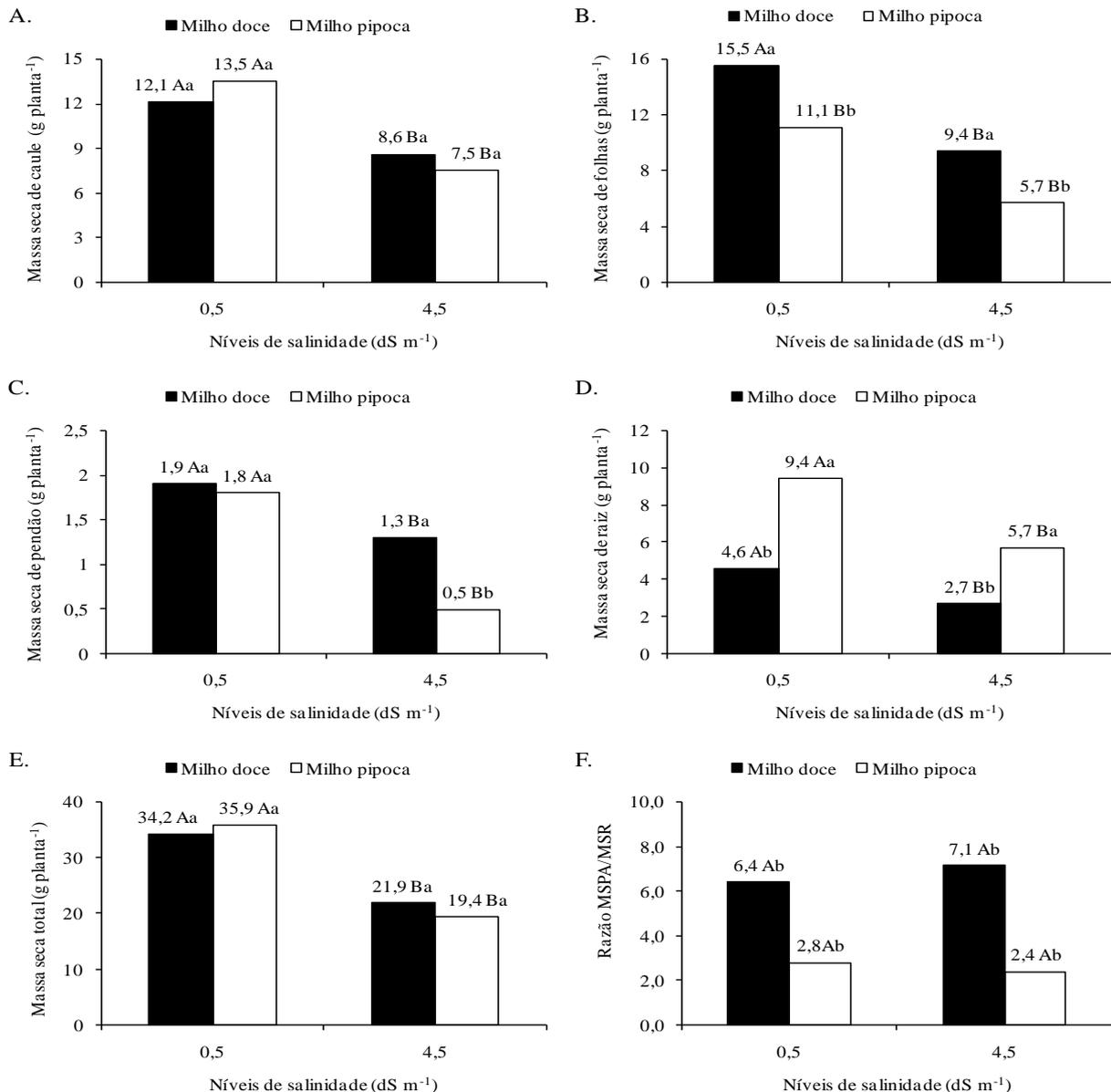


Figura 3. Acúmulo de massa seca de colmo (A), massa seca de folhas (B), massa seca de pendão (C), massa seca de raiz (D), massa seca total (E) e razão MSPA/MSR (F) em plantas de milho cultivadas com e sem estresse salino

De acordo com Azevedo Neto & Tabosa (2000), 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), estudando a cultura do milho sob diferentes concentrações de sais, relatam que a

maior tolerância das raízes contribuiu para a tolerância das plantas ao estresse salino.

A área foliar específica (AFE) foi afetada pela salinidade da água de irrigação tanto no milho doce quanto para o milho pipoca, resultando em aumento na AFE em plantas submetidas ao estresse salino, com ganhos de 14,5 e 44,3%, para milho doce e milho pipoca, respectivamente (Figura 4A). Estes resultados indicam que o efeito da salinidade foi maior sobre o acúmulo de massa seca nas folhas do que sobre a expansão do limbo foliar.

Estudos desenvolvidos com outras culturas também verificaram efeito positivo do estresse salino sobre a área foliar específica, a exemplo de estudos desenvolvidos com as culturas da mamoneira (NOBRE et al., 2014) e do meloeiro (MEDEIROS et al., 2012). Em trabalho desenvolvido por Medeiros et al. (2012) com a cultura do meloeiro, os autores concluíram que o efeito da salinidade sobre a área foliar específica é variável em função da idade da planta.

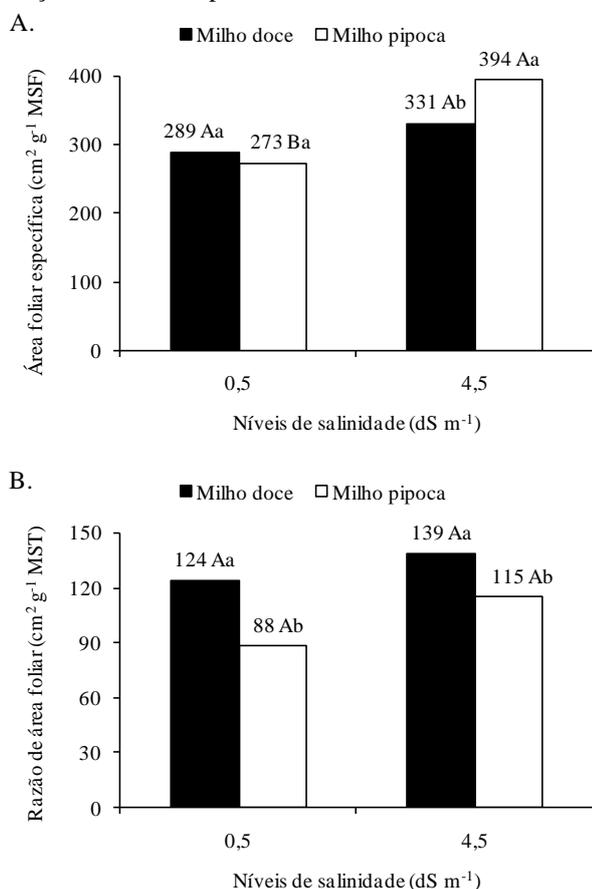


Figura 4. Área foliar específica (A) e razão de área foliar (B) em plantas de milho cultivadas com e sem estresse salino

Para a razão de área foliar (RAF), verificaram-se os maiores valores no milho doce para as duas salinidade, sendo superior em 40,9 e 20,8% nas salinidades 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente. Quanto ao efeito da salinidade, foi observado aumento na RAF em resposta ao aumento da salinidade apenas para o milho pipoca, apresentando

ganho de 30,7%. Para o milho doce não foi observada resposta significativa à salinidade, apesar de ter ocorrido aumento, em termo absoluto, de 12,1% (Figura 4B).

Estes resultados indicam que o efeito do estresse salino foi mais intenso produção de fotoassimilados do que sobre a expansão do limbo foliar. Estes resultados divergem dos obtidos por Azevedo Neto & Tabosa (2000), os quais não observaram efeito do estresse salino sobre este índice fisiológico.

Oliveira et al. (2014) trabalhando com cultivares de abóboras e morangas sob diferentes condições de salinidades verificaram que o efeito da salinidade sobre os índices AFE e RAF foram variáveis de acordo com a cultivar estudada, demonstrando assim que a variabilidade genética é um fator de forte ligação com a resposta das culturas ao estresse salino.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento inicial de milho doce e milho pipoca é afetado pelo aumento da salinidade da água de irrigação, sendo a resposta variada de acordo com a cultivar analisada.

As variáveis mais afetadas foram massa seca de pendão (51,9%), massa seca de folhas (44%), massa seca de raiz (40,3%) e massa seca de total (40,9%).

O milho doce sob condição salina apresentou menor perda relativa para a maioria das variáveis analisadas, sendo, portanto mais tolerante à salinidade do que o milho pipoca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Pesquisas em Irrigação e Nutrição de Plantas – IRRIGANUTRI, pelo apoio financeiro e infraestrutura necessária ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 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**, Campina Grande, v.4, n.2, p.159-164, 2000.
- BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.826-830, 2005.
- CARVALHO, J. F.; TSIMPHO, C. J.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; SANTOS, M. H. V.; SANTOS, A. N. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.4, p.368-374, 2012.

- CONAB, 2013. Companhia Nacional de Abastecimento. 6º levantamento de safra. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 19 junho. 2013
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. A.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.365-370, 2011.
- 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.
- MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; BARBOSA, M. A. G.; QUEIROGA, R. C. F.; OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, W. E. S. Crescimento do melão Pele de Sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.6, p.647-654, 2012.
- MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M. SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, p.46-472, 2003.
- MIRANDA, D. S.; SILVA, R. R.; TANAMATI, A. A. C.; CESTARI, L. A.; MADRONA, G. S.; SCAPIM, M. R. Avaliação da qualidade do milho-pipoca. **Revista Tecnológica**, Maringá, Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, p.13-20, 2011.
- 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.
- MORTELE, L. M. LOPES, P. C. BRACCINI, A. L. SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n.3, p. 169-176, 2006.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **The Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-81, 2008
- NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. S.; SILVA, A. O. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 148-158, 2014.
- OLIVEIRA, F. A.; MARTINS, D. C.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA NETA, M. L.; RIBEIRO, M. S. S.; SILVA, R. T. Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 222-229, 2014.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, C. J. G. S.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; AMÂNCIO, M. G. Desenvolvimento inicial do milho-pipoca irrigado com água de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.4, n.2, p.149-155, 2009.
- SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JÚNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.S66-S72, 2014.
- SOUZA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 2009. 819p.
- USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE), World corn supply and use. World agricultural supply and demand estimates. Disponível em: <<http://usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>> Acesso em: 21 mai. 2013.
- ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; SOUSA, T. M.; RAMOS, D. D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 95-100, 2009.