

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO-PIPOCA ‘ JADE’ IRRIGADO COM
ÁGUA DE DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE**

Francisco de Assis de Oliveira
Eng° Agr°, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, Bolsista CAPES, UFERSA, Mossoró – RN
E-mail: thikaoamigao@bol.com.br

José Francismar de Medeiros
Bolsista CNPq, Eng° Agr°, Dr., Depto. Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró – RN E-mail: jfmedeir@esam.br

Mychelle Karla Teixeira Oliveira
Bolsista PIBIC/UFERSA, Graduando Agronomia, UFERSA, Mossoró – RN
E-mail: mychellekarla.oliveira@bol.com.br

Carlos José Gonçalves de Souza Lima
Bolsista PIBIC/UFERSA, Graduando Agronomia, UFERSA, Mossoró – RN E-mail: kj.gon@bol.com.br

Daniel de Carvalho Galvão
Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró – RN E-mail: dcfgalvao@bol.com.br

RESUMO - A cultura do milho-pipoca pode ser uma alternativa para o pequeno produtor nordestino, principalmente pelo preço diferenciado, no entanto ainda é pouca estudada nessa região. O experimento no departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial do milho-pipoca em casa de vegetação irrigado com diferentes salinidades da água de irrigação, no delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0,5; 2,3; 3,3; 4,3 e 5,0 dS m⁻¹) e três repetições. As plantas foram coletadas aos 40 dias após semeadura, sendo avaliadas: o diâmetro do colmo, altura, número de folhas, área foliar, matéria seca da raiz e da parte aérea. A altura, o número de folhas, área foliar e a matéria seca da parte aérea não foram afetadas pela salinidade da água da irrigação até 4,3 dS m⁻¹. O diâmetro do caule e a matéria seca da raiz foram reduzidos nas salinidades a partir de 2,3 e 3,3 dS m⁻¹, respectivamente. Outros trabalhos com salinidade nessa cultura precisam ser realizados em condições de campo.

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

**INITIAL DEVELOPMENT OF THE POPCORN ‘JADE’ IRRIGATED WITH WATER
OF DIFFERENT SALINITY LEVELS**

ABSTRACT - The culture of the popcorn can be an alternative for the small Northeastern producer, mainly for the differentiated price, however it is still little studied in that area. The experiment was conducted in the department of Environmental Sciences of the Rural Federal University of the Semi-Arid (UFERSA), with the objective of evaluating the initial development of the popcorn greenhouse irrigated with different salinities of the irrigation water, completely randomized design with five treatments (0,5; 2,3; 3,3; 4,3 and 5,0 dS m⁻¹) and three repetitions. The plants were collected to the 40 days after sowing, being appraised: the diameter of the stem, height, number of leaves, leaf area, and matter dries of the root and of the aerial part. The height, the number of leaves, leaf area and the matter dries of the aerial part were not affected for the salinity of the water of the irrigation up to 4,3 dS m⁻¹. The diameter of the stem and the matter dries of the root were reduced in the salinities starting from 2,3 and 3,3 dS m⁻¹, respectively. Other works with salinity in that culture need to be accomplished in field conditions.

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

INTRODUÇÃO

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 entanto, pertence à mesma espécie botânica (*Zea mays* L.). 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 no Rio Grande do Sul e em 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 Nordeste brasileiro, no entanto são indispensáveis estudos que possibilitem o manejo adequado dessa cultura, principalmente no tocante a irrigação, visto que essa região apresenta baixa e irregular precipitação pluviométrica. A prática de irrigação deve ser usada de forma racional, uma vez que as condições de clima do Nordeste (altas temperaturas, baixa pluviosidade e os elevados teores de sais nas águas de irrigação), têm causado problemas de salinidade nos solos. De acordo com Medeiros & Gheyi (1997) o nível de salinidade dos solos deve ser sempre inferior ao nível nocivo às plantas cultivadas.

Segundo Dias et al. (2003) o excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, além de trazer problemas como o efeito de íons tóxicos específicos sobre a fisiologia vegetal, a tal ponto de afetar seu rendimento e a qualidade de sua produção. A salinização, muitas vezes decorrente do manejo inadequado do solo e da água, pode levar ao abandono de áreas nobres para a agricultura, por torná-las inviáveis à exploração agrícola,

devido às drásticas reduções na produtividade das culturas. A utilização de cultivares tolerantes apresenta-se como uma alternativa viável para o reaproveitamento destas áreas marginalizadas.

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 determinadas as melhores técnicas de manejo que propiciem condições favoráveis para que esse genótipo alcance o máximo de seu potencial genético.

São vários os autores que estudaram o efeito da salinidade na cultura do milho, no entanto, a grande maioria dos estudos é realizada com o milho comum. Levando-se em consideração os aspectos apresentados, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial do milho-pipoca 'híbrido Jade' irrigado com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido casa de vegetação, no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m. O clima da região, na classificação de Koeppen, é do tipo BSwH', (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (CARMO FILHO & OLIVEIRA, 1995).

Utilizou-se o delineamento o inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de diferentes níveis de

salinidade da água de irrigação (0,5; 2,3; 3,3; 4,3 e 5,0 dS m⁻¹), cada unidade experimental foi representada por uma planta/vaso, com capacidade de 2,5 dm³. Foram semeadas quatro sementes em cada vaso, sendo realizado o desbaste aos 6 dias após a semeadura, deixando-se as duas plantas mais vigorosas. 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 uma amostra da camada de 0–20 cm de um argissolo vermelho amarelo de textura arenosa. As irrigações foram realizadas diariamente com água proveniente da rede de abastecimento do campus da UFERSA até ser efetuado o desbaste, quando a partir deste a água utilizada na irrigação apresentava diferentes níveis de salinidade, de acordo com os tratamentos estudados. Os níveis de salinidades avaliados foram obtidos pela mistura de duas fontes de água, provenientes de poços localizados no campus da UFERSA, apresentando as condutividades elétricas de 0,5 e 5,0 dS m⁻¹. As proporções corresponderam a 1:0, 1:2, 1:1, 1:2 e 0:1, para as águas das fontes 1 e 2 respectivamente

Aos 40 dias após a semeadura as plantas foram coletadas e analisadas. As variáveis analisadas foram: número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA) e

do sistema radicular (MSSR). Para o número de folhas foram consideradas apenas as folhas ativas, na determinação da área foliar foi utilizando o integrador de área foliar, modelo LI-3100 da Licor. O diâmetro do caule foi medido através de um paquímetro e a altura foi medida com uma régua graduada em cm. Para determinação da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (g) 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, utilizando-se a planilha eletrônica do Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis avaliadas para o desenvolvimento das plantas responderam de forma distinta aos níveis de salinidade avaliados, sendo a resposta significativa ao nível de 0,01 de probabilidade para o diâmetro do colmo, altura, área foliar, matéria seca da parte aérea e matéria seca total. Para a matéria seca do sistema radicular e para o número de folhas foi verificado efeito significativo ao nível de 0,05 de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para diâmetro do colmo (DC), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), matéria seca da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Jade', irrigada com água de diferentes salinidades. Mossoró-RN. UFERSA, 2007.

Fontes de variação	Quadrados médios						
	DC	ALT	NF	AF	MSR	MSPA	MST
Salinidade	4,34**	201,4**	1,39*	27884,62**	2,61*	4,46**	12,52**
Resíduo	0,37	5,78	0,26	2382,24	0,66	0,31	1,02
Média	9,83	64,1	5,35	358,82	1,99	4,58	6,58
C.V. (%)	6,19	3,75	9,33	13,62	40,58	12,04	15,34

* = Significativo a 5% de probabilidade; ** = Significativo a 1% de probabilidade.

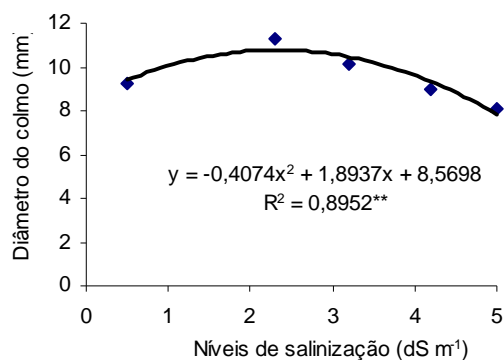
As plantas de milho avaliado responderam quanto ao diâmetro do colmo, onde a equação que melhor se ajustou foi do tipo quadrático, com um bom coeficiente de correlação (R²=0,8386). Os maiores valores

foram encontrados com a salinidade da água de irrigação de 2,5 dS m⁻¹ (11,3 mm), a partir desta, o diâmetro do colmo da planta tende a uma redução linear com o incremento da salinidade, com uma redução de 28,2% no

maior nível salino (Figura 1), O contato das raízes com o meio adversamente, salino contribui para maior e mais rápida absorção de sais, provocando a todos os órgãos das plantas, inclusive ao caule. Nobre et al. (2003) trabalhando com mudas de gravioleira, verificaram redução linear nessa característica. Marcelis & Hooijdonk (1999) também encontraram resposta similar em trabalho realizado com rabanete. Com relação a altura, as plantas apresentaram certa tolerância até a salinidade de 4,3 dS m⁻¹ (Figura 1B). A equação de melhor ajuste foi do tipo linear (R²

= 0,695). Apesar da redução da altura com o incremento da salinidade, apenas o maior nível salino diferiu demais, apresentando o menor resultado. Considerando a diferença entre os extremos dos níveis salinos (0,5 e 5,0 dS m⁻¹), foi verificada uma redução de 29,5%. O efeito mais comum da salinidade sobre as plantas, de maneira geral, é a limitação do crescimento, devido ao aumento da pressão osmótica do meio e à conseqüente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células.

1 A



1 B

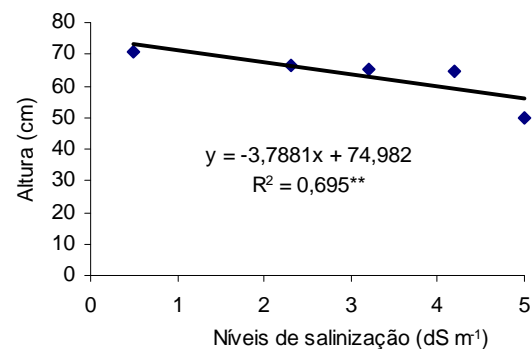


Figura 1. Diâmetro do caule (1A) e altura (1B) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Jade', submetidas à irrigação com água de diferentes salinidades.

O número de folhas e a área foliar foram reduzidos com o aumento da salinidade, no entanto, apenas aquelas irrigadas com água de maior nível salino, diferiu das demais estatisticamente, reduzindo em cerca de 20% e 50% para a número de folhas e área foliar, respectivamente (Figura 2A e 2B). Trabalhos realizados com outras culturas também demonstram o efeito da salinidade sobre o número de folhas. Cavalcanti et al. (2005) e Oliveira et al. (2006) constataram redução no número de folhas em mamoneira e Viana et al. (2001) em alface.

A redução do número de folhas é provocada pela condição de seca fisiológica na qual a salinidade promoveu as plantas. Segundo Fageria (1989), nessas condições, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na perda

de transpiração como alternativa para manter a absorção de água; uma dessas adaptações é a redução do número de folhas. De acordo com as Figuras 2A e 2B, o número e o tamanho das folhas foram afetadas na maior salinidade da água da irrigação. A área foliar tem sua importância por ser um parâmetro indicativo da produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha. O estresse salino pode provocar redução na frequência estomática (RADI et al., 1989). De acordo com Bastos et al. (2002), as folhas constituem um aparato fotossintético e são responsáveis pela formação de carboidratos e estes são alocados para os órgãos vegetativos e reprodutivos das plantas.

Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa (PEREIRA & MACHADO, 1987). Willadino et al. (1999) trabalhando com milho em condições hidropônicas com diferentes salinidades 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).

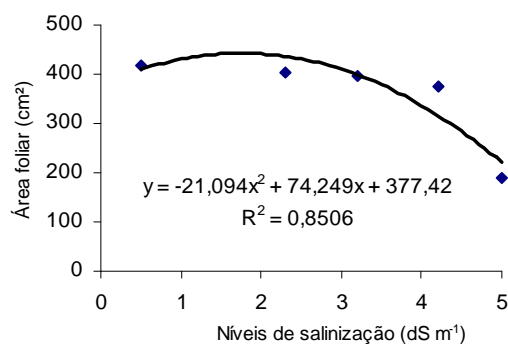
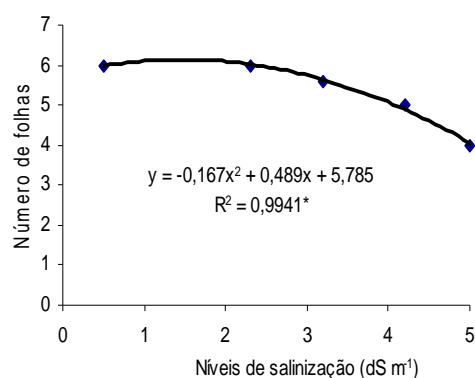


Figura 2. Número de folhas (2A) área foliar (2B) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Jade', submetidas à irrigação com água de diferentes salinidades.

As matérias secas do sistema radicular e da parte aérea foram afetadas pelo aumento da salinidade da água de irrigação, no entanto o efeito foi mais evidente no sistema radicular (Figuras 3A e 3B). No entanto, para a matéria seca do sistema radicular, com redução significativa a partir de 2,3 dS m⁻¹, com uma redução de 79% no maior nível salino em comparação com o tratamento testemunha. Na parte aérea a resposta foi quadrática e reduzida no maior nível aplicado, em 54,3% (5,0 dS m⁻¹). Oliveira et al.(2006), Rodrigues (2000), Gurgel (2001) e Carneiro (2001) também verificaram redução linear do sistema

radicular, trabalhando com mamona, arroz, acerola e caju anão-precoce, respectivamente.

Os respectivos autores constataram, também, efeitos sobre esses resultados diferem dos encontrados por Cavalcanti et al. (2005) que trabalhando com mamona verificou resposta significativa apenas na matéria seca da parte aérea. Gurgel et al (2003) avaliaram o efeito da salinidade da água de irrigação sobre os índices fisiológicos na aceloreira 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.

3 A

3 B

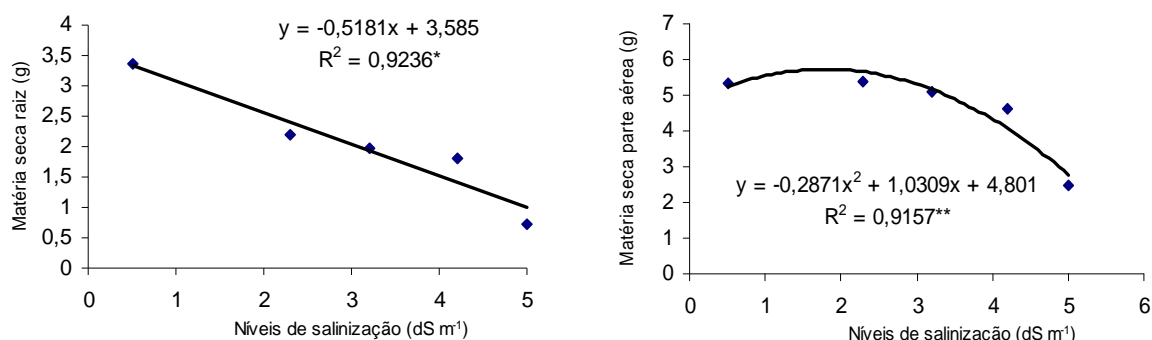


Figura 3. Matéria seca do sistema radicular (3A) e da parte aérea (3B) de plantas de milho-pipoca, híbrido 'Jade', submetidas à irrigação com água de diferentes salinidades.

De forma geral, com exceção do diâmetro do caule e da matéria seca do sistema radicular, que sofreram redução em condição de salinidade a partir de 4,2 e 2,3 dS m⁻¹, respectivamente, as demais variáveis analisadas só foram afetadas significativamente no maior nível salino. Gurgel et al. (2007) constatou 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, 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

Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.2, n.1, p.45-52 Janeiro/Julho de 2007

<http://revista.gvaa.com.br>

O milho-pipoca, híbrido 'Jade', foi afetado pelos níveis salinos aplicados. A altura, o número de folhas e a matéria seca da parte aérea não foram afetados pela salinidade da água da irrigação até 4,3 dS m⁻¹. O diâmetro do caule e a matéria seca da raiz foram reduzidos nas salinidades a partir de 2,3 e 3,3 dS m⁻¹, respectivamente. Outros trabalhos com salinidade precisam ser realizados em condições de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARMO FILHO, F. do; OLIVEIRA, O.F. de. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).

BASTOS, E. A. et al. Parâmetros de crescimento do Feijão caupi sob regimes hídricos, *Engenharia Agrícola*, v.22, n.1, p.43-50, 2002.

CARNEIRO, P. T. **Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade**. 2001, 85p. Campina Grande, Dissertação (Mestrado em Engenharia

- Agrícola, área de Irrigação e drenagem) – Universidade Federal de Campina grande.
- 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**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.57-61, 2005.
- COIMBRA, R. R. **Seleção entre famílias de meios-irmãos da população DFT 1-Ribeirão de Milho-pipoca**. 2000, 54f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- DIAS, N.S.; GHEYI, H.R.; DUARTE, S.N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Engenharia Rural, 2003. 118p. Série Didática, 13.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p. EMBRAPA - CNPAF. Documento, 18.
- GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J.; BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G. Índices fisiológicos e de crescimento de um porta-enxerto de aceroleira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.451-456, 2003.
- 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 Mossoró**, v.20, n.2, p.24-31, 2007.
- GURGEL, M. T. **Produção de mudas de aceroleira sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação**. 2001. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de Irrigação e drenagem) – Universidade Federal de Campina grande.
- IZZO, R.; SCAGNOZZI, A.; BELLIGNO, A.; NAVARIIZZO, 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.
- MARCELIS, L. F. M.; HOOIJDONK, J. V. Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.). **Plant and Soil**, v. 215, p.57–64, 1999.
- MEDEIROS, J.F. DE.; GHEYI, H.R. Manejo do sistema solo-águaplanta em solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. de (eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 8, p. 239-284.
- 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**, Jena, v.196, n.5, p.345-352, 2001.

- 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 íveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis*). **Revista Verde**, Mossoró, v.1. n.1, p.68-74, 2006.
- PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. Análise quantitativa do crescimentode comunidade vegetal. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33p. (**Boletim Técnico**, 114).
- 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**, Viçosa, v.2, n.1, p.53-61, 2003.
- RADI, A. F.; HEIKAL, M. M.; ABDEL-RAHAMAN, A. M.; EL-DEEP, B. A. A. Interactive effects of salinity and phytormones on growth and plants water relationship parameters in maize and sanflower plants. **Acta Agronomica Hungarica**, v.38, p.271-282, 1989.
- RODRIGUES, L. N. **Estresse salino na germinação, produção de mudas e produção de arroz irrigado**. 2000. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de Irrigação e drenagem) – Universidade Federal de Campina grande.
- SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O Agrônômico**, Campinas, v.53, n.2, p.11-13, 2001.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v.91, p.503-527, 2003.
- 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**, Campina Grande, v.5, n.2, p.259-264, 2001.
- 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, p.1209-1213, 1999. SUPLEMENTO.