

## **Efeito do Estresse Salino no Desenvolvimento in vitro de Genótipos de Milho**



# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 76***

## **Efeito do Estresse Salino no Desenvolvimento in vitro de Genótipos de Milho**

Ana da Silva Lédo  
Hélio Wilson Lemos de Carvalho  
Camila Santos Almeida  
Catrine Regina Feitosa Moura  
Ana Gorete Campos de Azevedo  
Juliana de Oliveira Melo  
Karla Cristina Santos Freire  
Rosana Barroso Feitosa  
Tatiana Nascimento Silva  
Tatiana Santos Costa

Aracaju, SE  
2013

## **Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Av. Beira Mar, 3250  
49025-040 Aracaju, SE  
Fone: (79) 4009-1344  
Fax: (79) 4009-1399  
www.cpatc.embrapa.br  
cpatc.sac@cpatc.embrapa.br

## **Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Presidente: *Ronaldo Souza Resende*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva, Edson Patto Pacheco, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, Joézio Luis dos Anjos, Josué Francisco da Silva Junior, Paulo César Falanghe Carneiro, Semíramis Rabelo Ramalho Ramos e Viviane Talamini*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Tratamento da ilustração: *Ailla Freire de Azevedo*

Foto da capa: *Karla Freire*

Editoração eletrônica: *Ailla Freire de Azevedo*

**1ª Edição (2013)**

On line (2013)

### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Tabuleiros Costeiros

---

Lédo, Ana da Silva

Efeito do estresse salino no desenvolvimento in vitro de genótipos de milho / Ana da Silva Ledo [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013.

16 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 76).

Disponível em: [http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2013/bp\\_76.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2013/bp_76.pdf)

1. Milho. 2. Genótipo. 3. Genética de planta. I. Carvalho, Hélio Wilson Lemos de. II. Almeida, Camila Santos. III. Moura, Catrine Regina Feitosa. IV. Azevedo, Ana Gorete Campos de. V. Melo, Juliana de Oliveira. VI. Freire, Karla Cristina Santos. VII. Feitosa, Rosana Barroso. VIII. Silva, Tatiana Nascimento. IX. Costa, Tatiana Santos. X. Título. XI. Série.

CDD 633.15

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	04
<b>Abstract</b> .....	06
<b>Introdução</b> .....	07
<b>Material e Métodos</b> .....	08
<b>Resultados e Discussão</b> .....	08
<b>Conclusões</b> .....	14
<b>Referências</b> .....	15

# Efeito do Estresse Salino no Desenvolvimento in vitro de Genótipos de Milho

---

Ana da Silva Léo<sup>1</sup>

Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>2</sup>

Camila Santos Almeida<sup>3</sup>

Catrine Regina Feitosa Moura<sup>4</sup>

Ana Gorete Campos de Azevedo<sup>4</sup>

Juliana de Oliveira Melo<sup>4</sup>

Karla Cristina Santos Freire<sup>5</sup>

Rosana Barroso Feitosa<sup>3</sup>

Tatiana Nascimento Silva<sup>6</sup>

Tatiana Santos Costa<sup>7</sup>

## Resumo

Este trabalho teve por objetivo estudar o crescimento inicial de genótipos de milho in vitro na presença de NaCl, bem como identificar as variáveis que melhor expressem a tolerância à salinidade. O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. Para o Ensaio 1- 2D587HX P:C1C; SHS-5560; 30AP95HX P:C3C; 2D604HX P:C2M e 20A55HX P:C3L (0, 25, 50, 75 e 100 mM); Ensaio 2- 20A78 HX; 2B707 HX; SHS-4090; 30A70 e 2B655 HX (0, 25, 50, 75, 100

---

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, Doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, ana.ledo@embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro agrônomo, Mestre em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, helio.cavalho@embrapa.br.

<sup>3</sup> Engenheiras agrônomas, Mestres em Biotecnologia, doutorandas da Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, SE, kamilinhafsa@hotmail.com e rosana.barroso@hotmail.com.

<sup>4</sup> Biólogas, Mestres em Biotecnologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, SE, catrinemoura@hotmail.com, anagorete@gmail.com e jul.oliveira.melo@gmail.com.

<sup>5</sup> Bióloga, Mestre em Biotecnologia, doutoranda da Universidade Tiradentes, Aracaju, SE, kktinna@hotmail.com.

<sup>6</sup> Engenheira-agrônoma, mestra em Biotecnologia, doutoranda da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, tatiana\_itase@yahoo.com.br.

<sup>7</sup> Bióloga, Meste em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe, Lavras, SE, tatyaloou@hotmail.com.

e 125 mM). O delineamento experimental de cada ensaio foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (cinco genótipos de milho e seis ou cinco concentrações de NaCl), com quatro repetições, sendo a parcela composta de um frasco com 3 sementes cada. As médias das variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F, e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A porcentagem de germinação é afetada pela presença de NaCl no meio de cultura. O comprimento da parte aérea é uma variável com capacidade de expressar o efeito de NaCl in vitro. O genótipo 2 B 655 Hx na presença de 100 mM de NaCl apresentou menor efeito da redução da parte aérea e número de raízes, apresentando tolerância a presença do sal.

Palavras-chave: estresse salino, *Zea mays* L., tolerância, salinidade.

# Effect of Salt Stress on in vitro development of Maize Genotypes

---

## Abstract

*This work aimed to study the initial growth of maize genotypes in vitro in the presence of NaCl, and identify the variables that best express the salinity tolerance. The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Tissue Culture Embrapa Coastal Tablelands, Aracaju, SE. For Assay 1 were tested the genotypes: 2D587HX P:C1C; SHS-5560; 30AP95HX P:C3C; 2D604HX P:C2M e 20A55HX P:C3L (0, 25, 50, 75 e 100 mM); Assay 2 - 20A78 HX, HX 2B707; SHS-4090, HX 30A70 and 2B655 (0, 25, 50, 75, 100 and 125 mM). The experimental design was randomized in a factorial design (five maize genotypes and six or five concentrations of NaCl), with four replications, and the plot had one flask with 3 seeds each. The means of the variables were submitted to analysis of variance by F test and compared by Tukey test at 5% significance. The germination is affected by the presence of NaCl in the culture medium. The shoot length is a variable capable of expressing the effect of NaCl in vitro. The genotype 2 B 655 Hx in the presence of 100 mM NaCl showed less effect of reducing the number of shoots and roots, showing tolerance to the presence of salt.*

*Index terms: salt stress, Zea mays L., tolerance, salinity.*

## Introdução

As plantas estão constantemente expostas a estresses abióticos e dentre eles o estresse salino é um dos que mais comprometem o crescimento e a produtividade das culturas em todo o mundo (VAIDYANATHAN et al., 2003; VEERANAGAMALLAIAH et al., 2007; ISLÃ; ARAGUÉS, 2010).

O excesso de sais ocasionados por esse tipo de estresse pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando em distúrbios nas relações hídricas e alterações na absorção e na utilização de nutrientes essenciais para as plantas (AMORIM et al., 2010), retardando seu crescimento e reduzindo a produção. Além dos efeitos iônicos dos sais na planta, o acúmulo excessivo de sais no solo causa uma redução no potencial osmótico da solução do solo, restringindo a absorção de água pelas raízes e alterando, conseqüentemente, o balanço hídrico da planta (ZHU, 2001). Assim como a salinidade, os efeitos osmóticos gerados sob condições de déficit hídrico reduzem o crescimento e o desenvolvimento das plantas, isto devido às alterações sofridas em diferentes processos fisiológicos e bioquímicos da planta (ASHRAF; HARRIS, 2005; VINO CUR; ALTMAN, 2005).

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta de ciclo anual que apresenta baixo ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, alta taxa fotossintética e baixo consumo de água para a formação de matéria fresca (AZEVEDO NETO; TABOSA, 2000). É uma cultura considerada moderadamente sensível à salinidade sofrendo, a partir de 1,6 dS.m<sup>-1</sup>, redução de 7,4% na produção de matéria seca por unidade de incremento de condutividade elétrica, embora esse efeito difira entre os cultivares (MASS, 1993).

Vários trabalhos reportam que a tolerância celular ao acúmulo de sal varia entre espécies e entre variedades cultivadas. Cultivares de milho possuem produção diferenciada, a depender da concentração de sal ao qual foi submetida durante todo o seu desenvolvimento (HAJIBAGHERI et al., 1987; ALBERICO; CRAMER, 1993; AZEVEDO NETO, 1997).

A germinação das sementes é um dos fatores mais afetados no estabelecimento de plantas em solos salinos (CARPICI et al., 2009), podendo causar grande redução na porcentagem de germinação e no estande de plantio (FOOLAD et al., 1999).

Estes estudos são de fundamental importância para trabalhos de seleção de cultivares tolerantes, tanto no melhoramento clássico, como na engenharia genética, para a obtenção de plantas transgênicas mais resistentes (WILLADINO et al., 1995).

Este trabalho teve por objetivo estudar o crescimento de genótipos de milho cultivados in vitro, quando submetidos a diferentes concentrações de cloreto de sódio, bem como identificar as variáveis de crescimento que melhor expressem a tolerância e sensibilidade a presença de NaCl em estudos de seleção in vitro.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. Foram utilizadas sementes de diferentes genótipos da Rede Nacional de Avaliação de Cultivares de Milho da Embrapa, Ensaio 1- 2D587HX P:C1C; SHS-5560; 30AP95HX P:C3C; 2D604HX P:C2M e 20A55HX P:C3L (0, 25, 50, 75 e 100 mM); Ensaio 2- 20A78 HX; 2B707 HX; SHS-4090; 30A70 e 2B655 HX (0, 25, 50, 75, 100 e 125 mM).

As sementes, após lavagem em água corrente, foram submetidas à assepsia em câmara de fluxo laminar com imersão em álcool 70% por 30 segundos e, em seguida, em solução de hipoclorito de sódio 2% por 20 minutos sob agitação, sendo lavadas em água estéril por três vezes. O meio de cultura utilizado foi o MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962), com 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose e gelificado com 6,5 g L<sup>-1</sup> de ágar. Os meios de cultura com pH ajustado de 5,8 ± 0,1 foram autoclavados por 15 minutos a uma temperatura de 121 ± 1 °C e pressão de 1,05 atm.

Em câmara de fluxo laminar as sementes foram inoculadas nos frascos contendo 30 mL de meio de cultura e foram mantidas em sala de crescimento com temperatura controlada de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar média em torno de 70%, com fotoperíodo de 12 horas de luz e intensidade luminosa de 60 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental de cada ensaio foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (cinco genótipos de milho e seis ou cinco concentrações de NaCl), com quatro repetições, sendo a parcela composta de um frasco com 3 sementes cada.

Após 30 dias as variáveis avaliadas foram porcentagem de germinação (%), comprimento da parte aérea (cm), número de raízes e viabilidade de acordo com a escala de notas (5: folhas totalmente verdes; 4: início do secamento e morte das folhas; 3: entre 30 e 50% das folhas e plântulas mortas; 2: mais de 50% das folhas mortas e 50-90% de plântulas mortas e 1: 100% de plântulas mortas), adaptada de Lemos et al. (2002).

As médias das variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## Resultados e Discussão

### Ensaio 1

Houve diferença estatística entre os genótipos quanto a porcentagem de germinação, não sendo observado o efeito isolado do NaCl para essa variável. Os genótipos que obtiveram médias com valores estatisticamente superiores foram 2 B 707 Hx (84%) e 2 B 655 Hx (93%), quando comparadas com 20 A 78 Hx (60%) e SHS 4090 (66%) (Tabela 1), que apresentaram significativa redução na germinação.

**Tabela 1.** Porcentagem de germinação *in vitro* de genótipos de milho na presença de diferentes concentrações de NaCl.

Genótipos	Porcentagem de germinação
2 B 655 Hx	93,00A
2 B 707 Hx	84,00A
30 A 70 Hx	82,00AB
SHS 4090	66,00BC
20 A 78 Hx	60,00C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudos de tolerância de cultivares de milho, Carpici et al. (2009) relatam variação das respostas de diferentes cultivares de milho em relação a presença de NaCl, com decréscimo da germinação em função do incremento de NaCl.

Conforme Tabela 2, houve interação significativa do genótipo e concentração de NaCl para o comprimento da parte aérea e número de raízes, não havendo efeito dos fatores na viabilidade das plântulas.

**Tabela 2.** Comprimento da parte aérea (cm), número de raízes e viabilidade de plântulas de genótipos de milho cultivadas in vitro na presença de diferentes concentrações de NaCl.

Genótipos	NaCl (mM)				
	0	25	50	75	100
Comprimento da parte aérea (cm)					
20 A 78 Hx	36,97aA	26,10abA	17,79bcB	19,57bcA	11,17cB
2 B 707 Hx	29,25aA	29,82aA	10,20bcB	4,52cB	10,88bcB
SHS 4090	31,62aA	26,75abA	13,85bcB	8,48cAB	7,35cB
30 A 70 Hx	34,22abA	35,10aA	38,18aA	20,64bA	14,72cB
2 B 655 Hx	25,39abA	34,50aA	32,35aA	17,48cAB	20,49abA
Número de raízes					
20 A 78 Hx	11,80aA	5,20cB	10,30abA	8,50abAB	4,50cB
2 B 707 Hx	9,00aA	4,80abB	5,90abA	3,20bC	6,95abAB
SHS-4090	11,85aA	4,60bB	6,40bA	6,50bBC	5,10bB
30 A 70 Hx	8,70abA	9,55abAB	8,10abA	12,85aA	5,55cB
2 B 655 Hx	9,05abA	13,20aA	6,70bA	9,75abAB	10,80abA
Viabilidade					
20 A 78 Hx	4,10aA	4,25aA	4,55aA	4,80aA	4,40aA
2 B 707 Hx	4,00aA	4,00aA	4,50aA	4,05aA	4,35aA
SHS 4090	4,75aA	4,20aA	4,60aA	4,20aA	4,40aA
30 A 70 Hx	4,75aA	4,40aA	4,20aA	4,55aA	4,70aA
2 B 655 Hx	4,20aA	4,10aA	4,00aA	4,50aA	4,50aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na ausência de NaCl, não houve diferença estatística entre os genótipos para todas as variáveis analisadas. Na presença de 50 mM de NaCl os genótipos 30 A 70 Hx e 2 B 655 Hx apresentaram maior comprimento da parte aérea, sendo observada drástica redução na variável na presença de 100 mM de NaCl, principalmente para 2 B 707 Hx, SHS-4090 e 30 A 70 Hx.

A presença de NaCl afetou o desenvolvimento radicular, havendo uma diminuição do número de raízes com o aumento da concentração de NaCl. Os genótipos 20 A 78 Hx , 2 B 707 Hx e SHS 4090 apresentaram redução no número de

raízes com o aumento da concentração de NaCl. Carpici et al. (2009) também reportam sobre a redução de matéria seca da raiz com o aumento em milho com o aumento da concentração de NaCl. A diminuição do crescimento foliar nas plantas, da produção de massa seca das partes aérea e radicular podem ser influenciada diretamente pelo acúmulo de altos teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nas folhas, ocasionando a diminuição do teor relativo de água, pressão de turgor e o potencial hídrico celular e desbalanço nutricional (JEFFREY; IZQUIERDO, 1989).

Uma das explicações mais aceitas para a inibição do crescimento pelo sal é o desvio de energia do crescimento para a manutenção, isto é, a redução na MS pode refletir o custo metabólico de energia, associado à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono (RICHARDSON; MCCREE, 1985).

Azevedo Neto e Tabosa (2000), observaram que com o aumento da concentração de NaCl houve uma redução na parte aérea, bem como no desenvolvimento radicular das cultivares de milho P-3051 e BR-5011. GOMES et al. (2009), em plântulas de bananeira observaram que a taxa de crescimento da parte aérea em relação ao controle apresentou uma queda de 10 e 20% na presença de 50 e 100 mM de NaCl, respectivamente. Para o crescimento da raiz, em relação ao controle foi de 85 e 80% em 50 e 100 mM de NaCl, respectivamente, o que equivale a uma queda de 15 e 20%.

O genótipo 2 B 655 Hx na presença de 100 mM de NaCl apresentou menor efeito da redução da parte aérea e número de raízes, apresentando tolerância a presença do sal. Todos os genótipos na presença das diferentes concentrações de sal apresentaram boa viabilidade com notas superiores a quatro.

## Ensaio 2

Não houve efeito significativo das cultivares, das concentrações de NaCl e interação dos fatores na porcentagem de germinação das sementes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Porcentagem de germinação in vitro de genótipos de milho na presença de diferentes concentrações de NaCl.

	NaCl (mM)						Médias
	0	25	50	75	100	125	
2 B 707 Hx	83,33	33,33	66,67	66,67	100,00	33,33	63,88A
30 A 16 Hx	33,33	50,00	66,67	83,33	83,33	83,33	66,67A
30 A 91 Hx	83,33	50,00	83,33	83,33	50,00	50,00	66,67A
BM 207	83,33	66,67	50	50,00	83,33	100,00	72,22A
BHX 831	100,00	66,67	83,33	50,00	33,33	33,33	61,11A
Médias	76,66a	53,33a	70,00a	66,66a	70,00a	60,00a	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estes resultados discordam dos obtidos por Carpici et al. (2009) e Shahid et al. (2012) que relatam o decréscimo da germinação de sementes de milho e ervilha, respectivamente com o aumento da concentração de NaCl. Vários trabalhos reportam que a tolerância celular ao acúmulo de sal varia entre espécies e entre variedades cultivadas. Cultivares de milho possuem produção diferenciada, a depender da concentração de sal ao qual foi submetida durante todo o seu desenvolvimento (HAJIBAGHERI et al., 1987; ALBERICO; CRAMER, 1993; AZEVEDO NETO, 1997).

Houve efeito significativo da concentração de para o comprimento do sistema radicular. Não houve efeito significativo das concentrações de NaCl, genótipos e interação dos dois fatores para o número de raízes (Tabela 4).

Na ausência do NaCl foi observada a maior média e na maior concentração do sal observou-se a menor média de comprimento da parte aérea. A inibição do crescimento pelo sal é o desvio de energia do crescimento para a manutenção, isto é, a redução na massa seca pode refletir o custo metabólico de energia, associado à adaptação à salinidade e redução no ganho de carbono (RICHARDSON; MCCREE, 1985).

**Tabela 4.** Comprimento da parte aérea (cm) e número de raízes e viabilidade de plântulas de genótipos de milho cultivadas in vitro na presença de diferentes concentrações de NaCl.

Genótipos	NaCl (mM)						Médias
	0	25	50	75	100	125	
Comprimento da parte aérea (cm)							
2 B 707 Hx	20,00	4,33	20,00	12,66	26,08	13,00	16,01A
30 A 16 Hx	13,00	10,83	17,90	17,58	17,83	17,16	15,72A
30 A 91 Hx	27,16	10,58	16,83	17,08	9,33	8,16	14,86A
BM 207	23,9	17,66	9,58	13,83	17,83	19,00	16,87A
BHX 831	25,75	17,83	22,16	12,66	9,33	6,16	15,65A
Médias	21,96a	12,25b	17,30ab	14,76ab	15,96ab	12,70b	
Número de raízes							
2 B 707 HX	4,83	4,25	5,66	3,83	6,16	3,33	4,01A
30 A 16 Hx	3,33	2,66	5,00	4,66	4,83	6,83	4,55A
30 A 91 Hx	6,16	3,33	6,33	5,83	4,50	2,83	4,83A
BM 207	5,83	4,16	2,83	3,16	4,50	4,83	4,22A
BHX 831	7,50	4,66	6,66	4,16	4,16	2,83	5,00A
Médias	5,53a	3,01a	5,30a	4,33a	4,83a	4,13a	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto a viabilidade, não houve diferença significativa entre as concentrações de NaCl avaliadas (Tabela 5), entretanto, em média, o ensaio 2 foram observadas notas menores quando comparadas com o ensaio 1, provavelmente por apresentarem maior sensibilidade. Essa variável não apresentou boa capacidade de expressar diferenças entre os genótipos quanto a tolerância ou não a presença de NaCl nos dois ensaios.

**Tabela 5.** Médias de viabilidade de plântulas de milho germinadas in vitro em função de diferentes concentrações de NaCl.

NaCl (mM)	Médias
0	2,4A
25	1,63A
50	2,46A
75	1,93A
100	2,5A
125	2,8A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

## Conclusões

- A porcentagem de germinação e o número de raízes não expressam o efeito do NaCl in vitro nos genótipos avaliados.
- O comprimento da parte aérea é uma variável com capacidade de expressar o efeito de NaCl in vitro.
- O genótipo 2 B 655 Hx apresenta tolerância na presença de 100 mM de NaCl, podendo ser um genótipo potencial para o programa de melhoramento genético.
- Os genótipos 2 B 707 Hx, SHS-4090, 30 A 70 Hx apresentam sensibilidade a presença de NaCl.

## Referências

ABASSI, G. H.; AKHTAR, J.; ANWAR-UL-HAQ, M.; AHMAD, N. Screening of maize hybrids for salt tolerance at seedling stage under hydroponic stage. **Soil Environmental**, v. 31, n. 1, p. 83-90, 2012.

ALBERICO, G. J.; CRAMER, G. R. Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? I. Preliminary screening of seven cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, USA, v. 16, p. 2289-2303, 1993.

AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, p. 113-121, 2010.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. **Abiotic stresses: plant resistance through breeding and molecular approaches**. New York: The Haworth Press, 2005.

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, p. 159-164, 2000.

CARPICI, E. B.; CELIK, N.; BAYRAM, G. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. **African Journal Biotechnology**, Nairobi, v. 8, p. 4918-4922, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039- 1042, 2011.

FORTMEIER, R.; SCHUBERT, S. Salt tolerance of maize (*Zea mays* L.): the role of sodium exclusion. **Plant, Cell and Environment**, Malden, USA, v. 18, n. 9, p. 1041–1047, 1995.

GIAVENO, C. D.; RIBEIRO, R. V.; SOUZA, C. M.; OLIVEIRA, R. F. Screening of tropical maize for salt stress tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 4, p. 304-313, 2007.

ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. **Field Crops Research**, Amsterdam, NL, v. 116, p. 175-183, 2010.

LEMOES, E. E. P. de; FERREIRA, M. de S.; ALENCAR, L. M. C.; RAMALHO NETO, C. E.; ALBUQUERQUE, M. M. de. Conservação in vitro de germoplasma de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 10, p. 1359-1364, 2002.

MASS, E. V. Testing crops for salinity tolerance. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANT TO SOIL STRESS, 1993. **Proceedings...** Lincoln: INTSORMIL, 1993. p. 234-247.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, NL, v. 15, p. 473-497, 1962.

SHAHID, M. A.; PERVEZ, M. A.; BALAL, R. M.; ABBAS, T.; AYYUB, C. M.; MATTSON, N. S.; RIAZ, A.; IQBAL, Z. Screening of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes for salt tolerance based on early growth stage attributes and leaf inorganic osmolytes. **Australian Journal of Crop Science**, Sta. Lucia, AU, v. 6, n. 9, p. 1324-331, 2012.

VAIDYANATHAN, H.; SIVAKUMAR, P.; CHAKRABARTY, R.; THOMAS, G. Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice (*Oryza sativa* L.) – differential response in salt-tolerant and sensitive varieties. **Plant Science**, Irlanda, IE, v. 165, p. 1411-1418, 2003.

VEERANAGAMALLAIAH, G.; CHANDRAOBULREDDY, P.; JYOTHSNAKUMARI, G.; SUDHAKAR, C. Glutamine synthetase expression and pyrroline-5-carboxylate reductase activity influence proline accumulation in two cultivars of foxtail

millet (*Setaria italica* L.) with differential salt sensitivity. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, ENG, v. 60, p. 239-244, 2007.

VINOCUR, B.; ALTMAN, A. Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. **Current Opinion in Biotechnology**, Cambridge, USA, v. 16, p. 123- 132, 2005.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.; ANDRADE, A. G.; TABOSA, J. N. Tolerância de cultivares de maiz a la salinidad en diferentes fases de desarrollo. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS, 4., 1992, Alicante. **Anais...** Alicante: Universidad de Alicante, 1992. p. 487-494.

ZEKRI, M. Strategies to manage salinity problem in citrus. **Proceedings of International Society of Citriculture**, Valencia, ES, p. 639-643, 2004.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, London, UK, v. 6, p. 66-71, 2001.

**Embrapa**

---

***Tabuleiros Costeiros***

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA