



Efeito da salinidade sobre o desequilíbrio nutricional em genótipos diplóides de bananeira

Effect of salinity on nutritional imbalance in diploid genotypes of banana trees

Submetido em 23.04.15 | Aceito em 11.05.15 | Disponível on-line em 31.12.15



Artigo

Gilberto de Souza e Silva Júnior*

Departamento Acadêmico de Cultura Geral, Formação de Professores e Gestão – DAFG, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Recife, Av. Professor Luiz Freire, 500, Cidade Universitária, CEP: 50740-540 Recife – PE, Brasil | *gilbertojunior26@yahoo.com.br

Lília Gomes Willadino, Luiz Evandro da Silva e Terezinha Rangel Camara

Departamento de Biologia e Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Sede Recife, 52171-900 Recife – PE.

RESUMO

Dez genótipos diplóides de bananeira, provenientes de cultura de tecidos vegetais, foram cultivados em solução nutritiva, acrescida ou não de NaCl (0 e 100 mol.m⁻³). O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, em um arranjo fatorial 10 x 2. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da salinidade sobre o desequilíbrio nutricional em genótipos diplóides de bananeira. A adição do NaCl à solução nutritiva provocou na maioria dos genótipos estudados um incremento nos teores de Na⁺ e Cl⁻ nos diferentes órgãos das plantas, acarretando redução no teor de Ca⁺², principalmente, nas raízes + rizoma e conseqüente alteração na biomassa seca total (BST), área foliar (AF) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR). Por outro lado, ocorreu incremento no teor de Mg⁺² apenas no pseudocaule e raízes + rizoma e no teor de K⁺ apenas neste último órgão. Considerando-se os nutrientes minerais avaliados não foi observada uma desordem nutricional em grande escala, exceto para o Ca⁺² em que o seu teor foi reduzido à metade nas plantas submetidas à salinidade.

Palavras-chaves: crescimento, distúrbio nutricional, estresse salino, *Musa spp.*

ABSTRACT

Ten diploid genotypes of banana trees, taken from vegetal tissue cultures, were grown in a nutritive solution with and without the addition of NaCl (0 and 100 mol.m⁻³). The experiment was conducted in a greenhouse with an entirely randomized design, 3 replications and a 10 x 2 factorial arrangement. The aim of the study was to determine the effect of salinity on the nutritional imbalance in diploid genotypes of banana trees. In most of the genotypes studied, the addition of NaCl to the nutritive solution caused an increase in the Na⁺ and Cl⁻ content in the different plant organs, triggering a reduction in the Ca⁺² content, especially in the roots + rhizome, and a consequent alteration in total dry matter (TDM), leaf area (LA), absolute growth rate (ABR) and relative growth rate (RGR). There was also an increase in the Mg⁺² content only in the pseudostem and roots + rhizome, as well as an increase in the K⁺ content in only the latter organ. Considering the mineral nutrients assessed, no large-scale nutritional disorder was observed, except for Ca⁺², the content of which was reduced to half in the plants subjected to salinity.

Keywords: growth, nutritional disorder, salt stress, *Musa spp.*

1.Introdução

O estresse salino em plantas pode ser decorrente do uso de águas salinas ou sódicas. O processo de salinização dos solos é comum nas regiões áridas e semi-áridas, e se dá pelo

acúmulo predominante dos cátions Na⁺, Ca⁺² e Mg⁺² e dos ânions Cl⁻ e SO₄⁻². Nessas regiões é comum a ocorrência de fontes de água com elevadas concentrações de sais e com elevadas concentrações de sódio, que são dois fatores que reduzem a qualidade da água para utilização na

agricultura. Como consequência desse processo tem-se a perda da capacidade produtiva dos solos e enormes prejuízos socioeconômicos (Lacerda, 2005).

Os efeitos da salinidade sobre as plantas são consequência de fatores osmóticos e iônicos. A componente osmótica resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do substrato, os quais reduzem o potencial osmótico dessa solução, diminuindo, conseqüentemente, a disponibilidade da água para a planta. O efeito iônico, por outro lado, refere-se aos íons absorvidos pelas plantas, os quais podem provocar um desequilíbrio iônico e/ou efeitos tóxicos para o metabolismo da planta (Willadino & Camara, 2004).

Os problemas osmóticos ocorrem porque a concentração de sais solúveis na zona radicular acarreta redução do potencial da água do solo, reduzindo a disponibilidade de água para os vegetais (Gheyi et al., 2005). As interações iônicas que afetam a disponibilidade, absorção e transporte de nutrientes são altamente complexas mesmo na ausência de salinidade e de outros estresses. A salinidade adiciona um novo nível de complexidade para a nutrição mineral das culturas, afetando a disponibilidade dos íons em solução e os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição. Essa complexidade é explicada pelas diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos aos quais as plantas são submetidas, resultando em diferentes respostas das plantas tanto em relação à salinidade como em relação à eficiência na aquisição de nutrientes minerais do solo. Isso gera uma gama de interações que não podem ser facilmente explicadas. As dificuldades na interpretação dos resultados são aumentadas em face das diferentes condições de cultivo utilizadas, do tempo de exposição ao estresse e do tipo de tecido amostrado (Lacerda, 2005).

Os problemas de toxicidade normalmente surgem quando certos íons, sobretudo o sódio e cloro, constituintes do solo ou da água, são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos, em concentrações suficientemente altas (tóxicas) para provocar danos e reduzir seus rendimentos (Ayers & Westcot, 1991). De fato, condições específicas reinantes em solos salinos e ou sódicos podem afetar, por toxicidade ou desordem nutricional, diferentes processos metabólicos das plantas, como, assimilação de CO₂, fotossíntese, síntese de proteínas, respiração, relações hídricas e reações enzimáticas (Taiz & Zeiger, 2004). Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da salinidade sobre o desequilíbrio nutricional em genótipos diplóides utilizados no melhoramento de bananeira.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife, no período de 06 a 27/09/2004, sem levar em consideração o período destinado à aclimatização das mudas. Foram utilizadas mudas micropropagadas de dez genótipos diplóides de bananeira: Nyarmo Yik, Thong Dok Mak, Berlim, Tungia, Madu, Pisang Ceylan, Malbut, Ouro, Lidi e Calcuttá, obtidas do banco de germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF), em Cruz das Almas (BA).

As mudas com aproximadamente 15 cm de altura foram plantadas em sacos de polietileno preto contendo, aproximadamente 10 kg de areia lavada e peneirada como substrato. A aclimatização dessas mudas foi feita em telado com sombrite com 70% de retenção dos raios solares durante um período de 15 dias para que as plantas se restabelecessem do estresse ocasionado durante o transporte e

emitissem novas raízes e folhas. Foram utilizadas mudas jovens de bananeira por ser, provavelmente, o período em que as mesmas apresentam maior susceptibilidade à salinidade. Durante todo o período de aclimatização em telado, as plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva contendo 742,86 mg.L⁻¹ de fertilizante solúvel (marca Kristalon Marrom® - 3% N, 11% P₂O₅, 38% K₂O, 4% MgO, 11% S; 0,025% B; 0,004% Mo; 0,01% Cu-EDTA; 0,025% Zn-EDTA; 0,07% Fe-EDTA e 0,04% Mn-EDTA) e 840 mg.L⁻¹ de nitrato de cálcio (marca Barco Viking® - 15,5% N e 19,0% Ca).

Após esse período, as mudas foram transportadas para a casa de vegetação e o substrato foi coberto por uma camada de aproximadamente 3 cm de cascalho fino, a fim de reduzir a evaporação, o aparecimento de algas e favorecer o controle da salinidade. As plantas foram submetidas a dois tratamentos: 0 e 100 mol.m⁻³ de NaCl. O tratamento com 100 mol.m⁻³ de NaCl foi irrigado com solução de 50 mol.m⁻³ de NaCl durante os 7 dias iniciais, para evitar o choque osmótico nas mesmas. A média da condutividade elétrica das soluções nutritivas (CE_{aq}) dos tratamentos e do pH dos mesmos foram de 1,85; 6,98 e 11,60 dS.m⁻¹ e 6,33; 6,44 e 6,40 nas concentrações de 0, 50 e 100 mol.m⁻³ de NaCl, respectivamente. A condutividade elétrica das soluções nutritivas foi determinada utilizando o condutímetro Analyser – 600 e o pH medido com potenciômetro Orion model 410A.

Após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram irrigadas por gotejamento, em apenas um turno de rega diária correspondendo aproximadamente a 400 mL, o que equivale a 1,2 vezes a capacidade de retenção de água do recipiente. Utilizou-se a mesma solução nutritiva, acrescida ou não de cloreto de sódio,

conforme o tratamento. O volume drenado em cada unidade experimental foi descartado.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, em um arranjo fatorial 10 x 2 (genótipos x níveis de salinidade), totalizando 60 unidades experimentais.

As amostras secas (limbo foliar, pseudocaule e raízes + rizoma) foram trituradas em moinhos de facas tipo Wiley e acondicionadas em sacos plástico devidamente identificados para posterior análise dos elementos químicos (Na, K, Ca Mg e Cl). Para determinação dos cátions procedeu-se à digestão nitro-perclórica. As determinações analíticas de sódio e potássio foram feitas por fotometria de chama de emissão (FCE) e as de cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) conforme descrito por Malavolta et al. (1989) e Miyazawa et al. (1992). A determinação de cloreto fez-se por titulometria do nitrato de prata (método de Mohr), segundo Malavolta et al. (1989).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do programa SANEST (Zonta & Machado, 1984), procedendo-se à análise de variância com teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

As plantas submetidas ao estresse salino apresentaram um aumento significativo nos teores de Na⁺ no limbo foliar. Os genótipos Tungia e Calcuttá apresentaram os maiores teores de Na⁺ no limbo foliar, com incrementos de aproximadamente 614,86% e 1079,69% quando submetidos à concentração de 100 mol.m⁻³ de NaCl, em relação à testemunha (Tabela 1). Foram observados sintomas de toxidez do NaCl em ambos os genótipos,

caracterizados como pequenas manchas ao longo do limbo foliar, evoluindo para uma clorose e queima das bordas foliares.

Resultados similares já haviam sido constatados em genótipos de bananeira Calcuttá (Gomes et al., 2002) e, Pacovan e Nanicão (Silva Júnior, 2003) quando submetidos a 100 mol.m⁻³ de NaCl e Maça (Monte et al., 2004) quando submetido a 75 mol.m⁻³ de NaCl.

A maioria dos genótipos estudados apresentou aumento na concentração de Na⁺ no pseudocaule (Tabela 2) das plantas submetidas ao tratamento salino. Observações estas similares às obtidas por Monte et al. (2004) em que foram encontrados acúmulos de Na⁺ no pseudocaule nos genótipos de bananeira Pacovan e Maça quando submetidos a 75 mol.m⁻³ de NaCl.

E ainda, houve acúmulo de Na⁺ nas raízes + rizoma em todos os genótipos estudados quando submetidos a 100 mol.m⁻³ de NaCl (Tabela 3). O teor de Na⁺ nas raízes + rizoma oscilou entre 2,86 a 6,10 g.kg⁻¹ de tecido seco. No que se refere ao teor deste cátion no limbo foliar destaca-se o genótipo Tungia com 12,51 g.kg⁻¹ de tecido seco, teor esse praticamente superior ao dobro dos teores de Na⁺ observados nos demais genótipos. Estes dados sugerem que o genótipo Tungia não apresenta um sistema eficiente de exclusão deste cátion através do transporte secundário das bombas de Na⁺/H⁺, presente nas membranas celulares, ativadas sobretudo nas células radiculares (Blumwald, 2000). A ineficiência deste sistema de exclusão de Na⁺ resulta na translocação desse cátion para a parte aérea, visto que as raízes apresentam uma capacidade limitada como reservatório (Garcia-Sanchez et al., 2002). Distúrbios fisiológicos e bioquímicos em plantas sensíveis ocorrem pela falta de habilidade em regular o teor de Na⁺ em tecidos metabolicamente ativos como os foliares (Bousier & Lauchli, 1990).

Da mesma forma que a salinidade promoveu o incremento no teor de Na⁺ nos diferentes órgãos da maioria dos genótipos utilizados nesse trabalho, constatou-se efeito semelhante do NaCl em diversas culturas, tais como goiabeira (Ferreira et al., 2001), pupunheira (Fernandes et al., 2002), bananeira (Silva Júnior, 2003; Gomes et al., 2004) e capim-elefante (Dantas, 2004).

O aumento do nível de NaCl na solução nutritiva provocou também o incremento do teor de Cl⁻ em todas as partes da planta, de todos os genótipos estudados (Tabelas 1, 2 e 3). No genótipo Ouro, o teor de Cl⁻ no limbo foliar, no tratamento com 100 mol.m⁻³ de NaCl, superou os demais genótipos apresentando, em média, um incremento de 223,18% e um teor de 35,00 g.kg⁻¹ de tecido seco (Tabela 1). Esses resultados corroboram com os obtidos em bananeira (Silva Júnior, 2003; Gomes et al., 2004; Monte et al., 2004) e em goiabeira (Ferreira et al., 2001). Entretanto, os genótipos Pisang Ceylan e Ouro apresentaram maiores incrementos de Cl⁻ no pseudocaule na ordem de 247,44% e 263,23%, respectivamente (Tabela 2) e os genótipos Madu e Calcuttá nas raízes + rizoma na ordem de 211,71% e 260,00%, respectivamente (Tabela 3).

O aumento do teor de Na⁺ nos tecidos de espécies glicófitas geralmente está associado à diminuição no teor de K⁺ (Greenway & Munns, 1980), resultado da competição pelos sítios de absorção nas membranas (Blumwald et al., 2000). Esta tendência não foi observada nos genótipos diplóides de bananeira estudados, em que a maioria destes não apresentou diferença entre os valores deste cátion nas plantas submetidas ou não ao estresse salino tanto no limbo foliar quanto no pseudocaule e raízes + rizoma (Tabelas 1, 2 e 3).

Não se observou praticamente influência da salinidade sobre os teores de Ca⁺² no limbo

foliar e no pseudocaule (Tabelas 1 e 2). No entanto, ocorreu redução deste cátion nas raízes + rizoma na maioria dos genótipos estudados, evidenciando os genótipos Lidi e Pisang Ceylan por ter apresentado reduções na ordem de 27,82% e 46,32%, respectivamente (Tabela 3). Outros trabalhos realizados anteriormente pelo grupo de pesquisa demonstram também a redução de Ca^{2+} nas raízes + rizoma em seis genótipos diplóides de bananeira (Gomes et al., 2004).

Numerosos estudos têm demonstrado que a salinidade induz a redução nos teores de

Ca^{2+} em várias espécies tais como: pupunheira (Fernandes et al., 2002), bananeira Pacovan e Nanicão (Silva Júnior, 2003) e bananeira Maçã (Monte et al., 2004). A diminuição no teor de Ca^{2+} coincidindo com o aumento da salinidade pode conduzir a maior sensibilidade da planta ao estresse salino, em razão da importância desse cátion na seletividade das membranas, nos processos de absorção, na compartimentalização iônica, entre outros processos (Cachorro et al., 1994; Ferreira et al., 2001).

Tabela 1. Teores de íons no limbo foliar em dez genótipos diplóides de bananeira, em estágio inicial de desenvolvimento, aos 21 dias de tratamento com NaCl.

GENÓTIPOS	LIMBO FOLIAR									
	Na ⁺ (g.kg ⁻¹)		K ⁺ (g.kg ⁻¹)		Ca ²⁺ (g.kg ⁻¹)		Mg ²⁺ (g.kg ⁻¹)		Cl ⁻ (g.kg ⁻¹)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)									
	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
NYARMO YIK	0,42	6,17	0,95	0,93	13,03	9,39	3,01	3,03	9,17	21,67
	bA	aB	aA	aB	aA	aBC	aAB	aABC	bA	aC
THONG DOK MAK	0,50	4,25	1,20	1,39	10,33	19,34	2,45	3,25	14,17	30,00
	bA	aBC	aA	aB	bA	aA	bBCD	aAB	bA	aABC
BERLIM	0,30	5,10	1,02	1,31	7,15	7,36	2,14	2,83	12,50	26,67
	bA	aB	aA	aB	aA	aBC	bCD	aABC	bA	aBC
TUNGIA	1,75	12,51	1,39	3,81	12,39	13,17	3,53	3,43	15,83	30,83
	bA	aA	bA	aA	aA	aAB	aA	aA	bA	aABC
MADU	0,54	6,10	1,26	0,91	9,61	10,29	2,47	3,41	18,33	39,17
	bA	aB	aA	aB	aA	aBC	bBCD	aA	bA	aA
PISANG CEYLAN	0,40	1,48	1,34	0,85	9,00	5,61	3,13	3,36	15,00	30,83
	aA	aC	aA	aB	aA	aC	aAB	aAB	bA	aABC
MALBUT	1,03	4,74	0,97	0,91	11,01	9,80	2,77	2,96	12,50	26,67
	bA	aBC	aA	aB	aA	aBC	aBC	aABC	bA	aBC
OURO	0,69	6,55	1,25	1,17	9,68	10,27	1,89	2,63	10,83	35,00
	bA	aB	aA	aB	aA	aBC	bD	aBC	bA	aAB
LIDI	0,39	5,91	1,21	1,03	9,78	6,28	2,78	2,74	10,83	27,50
	bA	aB	aA	aB	aA	aC	aBC	aABC	bA	aBC
CALCUTTÁ	0,64	7,55	1,30	3,87	10,89	9,45	2,11	2,31	15,00	25,00
	bA	aB	bA	aA	aA	aBC	aCD	aC	bA	aBC
MÉDIA	3,35		1,40		10,19		2,81		21,37	

Letras minúsculas iguais entre os níveis de salinidade para o mesmo genótipo e maiúsculas entre os genótipos no mesmo nível de salinidade não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Teores de íons no pseudocaule em dez genótipos diplóides de bananeira, em estágio inicial de desenvolvimento, aos 21 dias de tratamento com NaCl.

GENÓTIPOS	PSEUDOCAULE									
	Na ⁺ (g.kg ⁻¹)		K ⁺ (g.kg ⁻¹)		Ca ²⁺ (g.kg ⁻¹)		Mg ²⁺ (g.kg ⁻¹)		Cl ⁻ (g.kg ⁻¹)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)									
	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
NYARMO YIK	1,10 aA	2,90 aB	1,23 aA	1,75 aC	5,29 bC	8,74 aBC	1,44 bD	2,62 aBC	18,33 bA	53,33 aAB
THONG DOK MAK	1,83 bA	11,93 aA	2,79 bA	8,15 aA	9,02 bBC	11,98 aB	1,99 bBCD	3,03 aAB	18,33 bA	57,50 aAB
BERLIM	1,44 bA	5,48 aB	1,99 aA	2,87 aBC	10,36 aB	9,63 aBC	1,93 bBCD	2,90 aAB	20,83 bA	48,33 aAB
TUNGIA	1,38 bA	4,86 aB	2,22 aA	2,39 aC	9,00 aBC	7,93 aC	1,52 bD	2,45 aBC	19,17 bA	50,00 aAB
MADU	2,65 bA	12,42 aA	1,53 bA	5,66 aAB	10,52 aB	8,77 aBC	2,77 bA	3,45 aA	18,33 bA	61,67 aA
PISANG CEYLAN	0,75 bA	5,16 aB	2,13 aA	1,75 aC	6,80 aBC	3,90 bD	2,40 aABC	2,79 aABC	15,83 bA	55,00 aAB
MALBUT	0,85 aA	3,11 aB	2,24 aA	1,49 aC	6,67 aBC	7,03 aCD	1,65 bD	2,36 aBC	19,17 bA	50,00 aAB
OURO	2,25 aA	4,49 aB	3,07 aA	2,72 aBC	9,53 aB	8,78 aBC	2,47 aAB	2,15 aC	15,83 bA	57,50 aAB
LIDI	0,64 aA	2,61 aB	1,54 aA	2,14 aC	7,54 aBC	8,97 aBC	1,73 bCD	2,55 aBC	17,50 bA	58,33 aAB
CALCUTTÁ	0,80 bA	4,05 aB	2,52 aA	2,48 aC	17,22 aA	17,75 aA	1,75 bCD	2,19 aC	14,17 bA	46,67 aB
MÉDIA	3,54		2,63		9,27		2,31		35,79	

Letras minúsculas iguais entre os níveis de salinidade para o mesmo genótipo e maiúsculas entre os genótipos no mesmo nível de salinidade não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento da salinidade induziu um incremento no teor de Mg²⁺ em todas as partes da planta no genótipo Thong Dok Mak na ordem de 32,65%; 52,26% e 14,63%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (Tabelas 1, 2 e 3). De uma maneira geral observou-se um incremento deste cátion nas plantas submetidas ao estresse salino, sobretudo no pseudocaule das mesmas (Tabela 2).

Esses resultados contrariam aos obtidos por Azevedo Neto et al. (1995) em que os teores de magnésio em sorgo podem, permanecer constante na parte aérea ou diminuir nas raízes (Devitt et al., 1984), com o incremento do

estresse salino. Por outro lado, plantas de feijão têm apresentado ausência de efeito ou aumento dos teores desse nutriente na parte aérea, e diminuição nas raízes (Araújo, 1994). Em milho (Saneoka et al., 1995) e bananeira Pacovan e Nanicão (Silva Júnior, 2003) não foram encontrados qualquer efeito da salinidade sobre o teor de magnésio. A despeito da importância do magnésio no metabolismo vegetal, a literatura referente a estudos sobre concentrações desse nutriente em plantas cultivadas sob estresse salino é bastante limitada, talvez pelo fato desse nutriente ser pouco influenciado pela salinidade.

Tabela 3. Teores de íons nas raízes + rizoma em dez genótipos diplóides de bananeira, em estágio inicial de desenvolvimento, aos 21 dias de tratamento com NaCl.

GENÓTIPOS	RAÍZES + RIZOMA									
	Na ⁺ (g.kg ⁻¹)		K ⁺ (g.kg ⁻¹)		Ca ²⁺ (g.kg ⁻¹)		Mg ²⁺ (g.kg ⁻¹)		Cl ⁻ (g.kg ⁻¹)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)									
	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
NYARMO YIK	1,49	5,50	0,80	1,46	6,64	5,32	2,68	3,44	14,17	37,50
	bA	aBC	bB	aC	aBCD	aB	bBC	aAB	bA	aB
THONG DOK MAK	1,64	4,44	1,12	1,46	7,17	4,67	3,28	3,76	15,00	45,83
	bA	aBC	aAB	aC	aBCD	bB	bAB	aA	bA	aAB
BERLIM	0,90	2,86	0,54	0,88	7,10	4,94	2,72	3,06	17,50	38,33
	bA	aC	aB	aD	aBCD	bB	aABC	aB	bA	aB
TUNGIA	0,79	3,53	1,40	2,01	7,89	5,50	3,09	3,22	15,00	43,33
	bA	aBC	bAB	aBC	aBC	bB	aAB	aAB	bA	aAB
MADU	1,50	6,10	1,39	2,38	7,38	5,29	3,35	3,41	14,17	44,17
	bA	aB	bAB	aAB	aBCD	bB	aAB	aAB	bA	aAB
PISANG CEYLAN	2,93	12,33	1,34	2,42	8,98	4,82	3,39	3,86	19,17	50,83
	bA	aA	bAB	aAB	aB	bB	bA	aA	bA	aA
MALBUT	1,82	5,90	1,41	1,52	6,41	3,95	3,22	3,59	16,67	45,83
	bA	aBC	aAB	aC	aCD	bB	aAB	aAB	bA	aAB
OURO	0,95	4,59	1,12	1,52	5,39	3,79	2,73	3,32	19,17	41,67
	bA	aBC	aAB	aC	aD	bB	bABC	aAB	bA	aAB
LIDI	1,55	5,11	1,89	2,85	6,11	4,41	3,23	3,29	15,83	39,17
	bA	aBC	bA	aA	aCD	bB	aAB	aAB	bA	aB
CALCUTTÁ	0,55	5,24	1,57	1,62	13,84	9,05	2,34	3,89	12,50	45,00
	bA	aBC	aAB	aBC	aA	bA	bC	aA	bA	aAB
MÉDIA	3,49		1,54		6,43		3,24		29,54	

Letras minúsculas iguais entre os níveis de salinidade para o mesmo genótipo e maiúsculas entre os genótipos no mesmo nível de salinidade não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No que diz respeito aos genótipos contrastantes, Tungia – sensível e Lidi – tolerante, o genótipo Tungia apresentou maior acúmulo dos íons Na⁺ e K⁺ no limbo foliar (Tabela 1) coincidindo com uma significativa redução da biomassa seca total, área foliar e taxas de crescimento absoluto e relativo (Tabela 4). Por outro lado, o genótipo Lidi não apresentou reduções na biomassa seca total nem na taxa de crescimento absoluto e apresentou maior acúmulo desses íons nas raízes + rizoma (Tabela 3). No que diz respeito ao controle do transporte do Na⁺, existem, conforme Munns et al. (2002), três pontos primordiais: absorção pelas raízes, carregamento do xilema; e remoção

do Na⁺ do xilema antes de atingir a parte aérea. Nesse último ponto, em muitas espécies, o Na⁺ é retido no sistema radicular (Munns et al., 2002). Este mecanismo já foi observado anteriormente por Gomes et al. (2004) em genótipos diplóides de bananeira.

Já com relação ao íon Cl⁻ houve em ambos genótipos maior acúmulo desse íon no pseudocaule (Tabela 2). A distribuição de íons nos vários órgãos de plantas glicófitas é um dos processos adaptativos de sobrevivência dessas plantas à ambientes salinos (Munns et al., 2002), uma vez que, são desprovidas de estruturas anatômicas tais como glândulas secretoras de sais e pêlos vesiculares (Larcher, 2004).

Tabela 4. Valores médios da biomassa seca total (BST), área foliar (AF) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) em genótipos diplóides de bananeira submetidos ao estresse salino por um período de 21 dias.

GENÓTIPOS	VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS							
	BST (g)		AF (cm ²)		TCA (mm.dia ⁻¹)		TCR (mm.mm ⁻¹ .dia ⁻¹)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)							
	0	100	0	100	0	100	0	100
NYARMO YIK	18,91 aABC	12,36 bA	2652,17 aABC	1570,96 bAB	5,77 aABC	2,17 bAB	0,30 aA	0,13 bAB
THONG DOK MAK	18,30 aABC	10,74 bA	2363,17 aABCD	1175,83 bB	5,43 aABCD	2,73 bAB	0,32 aA	0,19 bA
BERLIM	17,24 aBCD	13,05 bA	2126,15 aCD	1322,11 bAB	4,30 aABCD	1,63 bAB	0,31 aA	0,13 bAB
TUNGIA	20,30 aAB	8,49 bA	3060,35 aAB	1878,61 bAB	6,57 aA	1,83 bAB	0,33 aA	0,12 bAB
MADU	17,04 aBCD	11,19 bA	2363,32 aABCD	1706,71 bAB	3,00 aD	1,67 aAB	0,25 aA	0,15 bAB
PISANG CEYLAN	23,65 aA	13,82 bA	3109,83 aA	2184,54 bA	6,43 aAB	3,90 bA	0,30 aA	0,19 bA
MALBUT	13,90 aCD	8,79 bA	2192,01 aBCD	1396,58 bAB	3,73 aCD	0,93 bB	0,21 aA	0,06 bB
OURO	16,27 aBCD	7,70 bA	2333,94 aABCD	1124,79 bB	3,97 aBCD	1,17 bB	0,23 aA	0,10 bAB
LIDI	11,75 aD	9,07 aA	1500,12 aD	1140,31 bB	4,10 aABCD	2,60 aAB	0,22 aA	0,13 bAB
CALCUTTÁ	18,06 aABC	11,96 bA	2564,54 aABC	1918,12 bAB	4,37 aABCD	2,07 bAB	0,28 aA	0,15 bAB
MÉDIA	14,13		1984,21		3,42		0,20	
CV (%)	16,269		16,801		27,068		22,692	

Letras minúsculas iguais entre os níveis de salinidade para o mesmo genótipo e maiúsculas entre os genótipos no mesmo nível de salinidade não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. Conclusões

Destaca-se neste trabalho a sensibilidade do genótipo Tungia, sobretudo em consequência do elevado teor de Na⁺ no limbo foliar. O Na⁺ que não foi compartimentalizado possivelmente afetou processos metabólicos, refletindo no aparecimento de manchas necróticas, clorose e queima da borda do limbo foliar. Considerando-se os nutrientes minerais avaliados não foi observada uma desordem nutricional em grande escala, exceto para o Ca⁺² nas raízes + rizoma, onde este cátion foi reduzido à metade de seu teor nas plantas submetidas à salinidade.

5. Agradecimentos

A CAPES pela concessão da bolsa de Doutorado e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, pelo apoio financeiro na condução deste trabalho.

6. Referências

ARAÚJO, C. A. S. *Avaliação de feijoeiros quanto à tolerância à salinidade em solução nutritiva*. 1994. 87f. Dissertação (Mestrado em

Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado)

AZEVEDO NETO, E. et al. Efeito da salinidade sobre dois cultivares de tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivados em solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa. Resumos expandidos. Viçosa: SBCS; UFV, 1995. v.3, p.1342-1344.

BLUMWALD, E. et al. Sodium transport in plant cells. *Biochimics and Biophysics Acta*, v. 1465, p.140-151, 2000.

BOURSIER, P.; LÄUCHLI, A. Growth responses and mineral nutrient relations of salt-stressed sorghum. *Crop Science*, Madison, v.30, p.1226-1233, 1990.

CACHORRO, P. et al. Growth water relations and solute composition of *Phaseolus vulgaris* L. under saline conditions. *Plant Science*, Limerick, v.95, p.23-29, 1994.

DANTAS, J. A. *Seleção e avaliação de clones de Pennisetum sob estresse salino*. 2004. 156f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

DEVITT, D. et al. Response of sorghum and wheat to different K^+/Na^+ ratios at varying osmotic potentials. *Agronomy Journal*, Madison, v.76, n.4, p.681-688, 1984.

FERNANDES, A. R. et al. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de

salinidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, p.1613-1619, 2002.

FERREIRA, R. G. et al. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, p.79-88, 2001.

GARCIA-SANCHEZ, F. et al. Gás exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na^+ and Cl^- in sunburst mandarin grafted on different rootstocks. *Plant Science*, Limerick, v.162, p.705-712, 2002.

GHEYI, H. R. et al. Salinidade do solo e crescimento e desenvolvimento das plantas. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. Recife: UFRPE, 2005. 500p.

GOMES, E. W. F. et al. Banana genotypes under salt stress: tolerance and sensitivity. *Infomusa*, Montpellier, v.11, n.2, p.13-18, 2002.

GOMES, E. W. F. et al. Diplóides (AA) de bananeira submetidos ao estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.6, p.525-531, 2004.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, Palto Alto, v.31, p.149-190, 1980.

LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. Recife: UFRPE, 2005. 500p.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RIMA, 2004.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MIYAZAWA, M. et al. *Análise química de tecido vegetal*. Londrina: IAPAR, 1992.

MONTE, W. B. et al. Crescimento e teores de minerais em plantas jovens de duas cultivares de bananeira submetidas a estresse salino. *Revista Ciência Agronômica*, Ceará, v.35, p.157-164, 2004.

MUNNS, R. et al. Avenues for increasing salt tolerance of crops and the role of physiologically based selection traits. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.247, p.93-105, 2002.

SANEOKA, H. et al. Salt tolerance of glycinebetaine-deficient and containing maize lines. *Plant Physiology*, Rockville, v.107, p.631-638, 1995.

SILVA JÚNIOR, G. S. *Parâmetros biométricos, nutricionais e bioquímicos em cultivares e somaclones de bananeira submetidos à salinidade*. 2003. 112f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant Physiology*. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing, 2004. 719p.

WILLADINO, L.G.; CAMARA, T.R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A.

La ecofisiologia vegetal: una ciencia de síntesis. Madrid: Thomson Editores, 2004.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST*. Pelotas: UFPel, 1984. 90p.