



## Crescimento de genótipos diplóides de bananeira submetidos ao estresse salino

**Gilberto de S. E S. Junior<sup>1</sup>, Marciana B. de Morais<sup>2</sup>,  
Terezinha R. Camara<sup>3</sup> & Lilia Willadino<sup>4</sup>**

### RESUMO

Neste trabalho foram avaliados dez genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp) quanto a tolerância à salinidade, estresse abiótico que limita a produtividade da cultura. As plantas foram cultivadas durante 21 dias, em solução acrescida ou não de 100 mol m<sup>-3</sup> de NaCl e analisadas variáveis de crescimento que incluem área foliar, biomassa fresca e seca, alocação de biomassa e taxa de crescimento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em fatorial 10 x 2 e três repetições. Na maioria dos genótipos estudados a salinidade provocou reduções em quase todas as variáveis analisadas. O genótipo Lidi destacou-se por apresentar melhor adaptação ao estresse salino, em todas as variáveis biométricas e capacidade de manutenção, sob estresse, da biomassa seca e fresca (limbo, caule, pseudocaule + raiz), área foliar, além de taxa de crescimento absoluto, entre outros. A produção relativa da biomassa seca da parte aérea foi superior a 70%, caracterizando este genótipo como tolerante e promissor para ser integrado a programas de melhoramento. Os genótipos Ouro e Tungia, por sua vez, sofreram grande redução da taxa de crescimento absoluto e a produção relativa da biomassa seca foi inferior a 50% caracterizando este genótipo como sensível à salinidade.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., área foliar, biomassa seca, taxa de crescimento

## Growth of diploid banana genotypes under saline stress

### ABSTRACT

Ten diploid banana genotypes (*Musa* spp.) were evaluated with regard to salt tolerance, abiotic stress which limits the productivity of the crop. The plants were grown during 21 days, in a nutrient solution with and without the addition of NaCl (0 and 100 mol m<sup>-3</sup>). Growth variables including leaf area, fresh and dry biomass, biomass allocation and growth rate were analysed. The experiment was implemented in a completely randomized design in factorial (10 x 2) arrangement and three replicates per treatment. Salinity caused in most genotypes reductions in almost all variables. Genotype Lidi stood out by having better adaptation to saline stress in all measured biometric variables with the ability to maintain, under stress, the fresh and dry biomass (leaf blade, stem, pseudostem + root), leaf area, and absolute growth rate among others. The relative production of dry biomass of shoots was more than 70%, characterizing this as a tolerant genotype and promising to be integrated into breeding programs. Genotypes Ouro and Tungia, in turn, showed reduction of absolute growth rate and relative dry biomass production (less than 50%) were characterized as sensitive to salinity.

**Key words:** *Musa* spp., leaf area, dry biomass, growth rate

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Avenida Professor Luiz Freire, 500, Cidade Universitária, CEP 52740-540, Recife, PE. E-mail: gilbertojunior26@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Mestranda Depto Agronomia, UFRPE, Rua D. Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos. CEP: 52171-900 Recife, PE. E-mail: marciana.bio@gmail.com

<sup>3</sup> DQ/UFRPE. E-mail: tkrcamara@bol.com.br

<sup>4</sup> DB/UFRPE e Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal/CNPq). Fone: (81) 3320 6366. E-mail: willadino.lilia@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa spp*) está entre as culturas agrícolas mais importantes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo abrangendo mais de 115 países. A bananicultura é uma atividade que apresenta uma produção mundial de cerca de 95 milhões de toneladas de fruta fresca, em área colhida de 4,8 milhões de hectares (Silva Neto & Guimarães, 2011). Dentre as frutíferas a banana ocupa a segunda posição na produção mundial, superada apenas pela melancia (FAO/STAT, 2011). No Brasil, a área cultivada com bananeiras passou, ao longo dos últimos 30 anos, de 343,6 mil hectares para 511,6 mil hectares, representando 49% de aumento (Silva Neto & Guimarães, 2011).

A cultura da bananeira apresenta significativa limitação de produção quando cultivada em áreas salinizadas. Associada à sodicidade, a salinidade do solo é um problema de extensão mundial. Atualmente, cerca de 900 milhões de hectares estão afetados pelos sais (Fageria et al., 2010). A salinização dos solos ocorre, sobremaneira, nas regiões de clima árido e semiárido, onde se constitui em fator limitante da produção agrícola. Nesses ambientes as principais causas dos processos de salinização das áreas agricultáveis são decorrentes da baixa precipitação pluviométrica, alta evaporação, material de origem dos solos e irrigação, além de drenagem inadequada (Dasgan et al., 2002).

Em diversos países as áreas salinizadas vêm sendo exploradas com sucesso graças à utilização de espécies tolerantes à salinidade. O aumento da produtividade e da qualidade da banana, através da introdução de materiais tolerantes, tende a favorecer o aumento nas exportações do produto e contribui para superação das disparidades regionais. Assim, a caracterização e avaliação de genótipos diploides de bananeira, que são fontes de genes de interesse para os programas de melhoramento vegetal, são etapas imprescindíveis na utilização do banco de germoplasma permitindo identificar genótipos promissores para que possam ser integrados aos programas de melhoramento genético (Gomes et al., 2004).

Segundo Benincasa (2003) a análise de crescimento é o método mais acessível e preciso para avaliar o crescimento de plantas e inferir a contribuição dos diversos processos fisiológicos sobre o comportamento das mesmas. O estado fenológico e os níveis de salinidade aplicados durante o crescimento e desenvolvimento dos genótipos sob avaliação são de fundamental importância no processo de geração de cultivares tolerantes (Fageria et al., 2010). A produção relativa de biomassa fresca ou seca tem sido indicada como um dos parâmetros mais realísticos de tolerância, haja vista sua relação significativa com a produção (Aslam et al., 1993).

Selecionar genótipos diploides de bananeira capazes de produzir respostas indicadoras de tolerância em ambientes salinos é uma tarefa complexa, nas quais interação variáveis fisiológicas, bioquímicas e moleculares. Mesmo assim é possível selecionar, dentre um banco de germoplasma, aqueles materiais mais tolerantes à salinidade e que, ao mesmo tempo, apresentem uma produção maior de biomassa seca (Gomes et al., 2004; 2005b).

Com base no exposto objetivou-se selecionar genótipos diploides de bananeira com tolerância diferenciada à salinidade utilizando-se diferentes variáveis de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Rural Federal de Pernambuco, latitude 8° 04' 03" S e longitude 34° 55' 00" W. Dez genótipos diploides de bananeira foram avaliados, quais sejam: Nyarmo Yik, Thong Dok Mak, Berlim, Pisang Ceylan, Tungia, Madu, Lidi, Ouro, Malbut e Calcuttá (Tabela 1). Mudanças provenientes da micropropagação, com aproximadamente 15,0 cm de altura obtidas do banco de germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical – CNPMF/EMBRAPA, BA, foram plantadas em sacos de polietileno contendo 10 kg de areia lavada.

**Tabela 1.** Relação dos genótipos obtidos do banco de germoplasma do CNPMF/EMBRAPA – BA, utilizados no experimento

Nome do acesso	Código	Sinonímia	Origem/ Procedência
NyarmoYik	BRA002984/SF248	-	Nova Guiné
Thong DokMak	BRA004472/SF712	Palen Berry	Tailândia
Berlim	BRA004952/SF907	Trimulin	Indonésia
PisangCeylan	-	-	-
Tungia	-	-	Indonésia
Madu	-	-	Honduras
Lidi	-	Lilim	Honduras
Ouro	BRA003042/SF286	Kirun	Nova Guiné
Malbut	BRA002674/SF217	-	Nova Guiné
Calcuttá	-	Burmannica	Jamaica

Fonte: Silva et al. (1999)

Durante o período de restabelecimento do estresse do plantio as plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva contendo 742,86 mg L<sup>-1</sup> de fertilizante solúvel com a seguinte composição: 3% N, 11% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 38% K<sub>2</sub>O, 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 840,00 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio (15,5% N e 19,0% Ca).

Após o período de aclimação as mudas foram submetidas a dois tratamentos: 0 e 100 mol m<sup>-3</sup> de NaCl. O estabelecimento do tratamento com 100 mol m<sup>-3</sup> de NaCl foi realizado em duas etapas para evitar o choque osmótico nas mudas: inicialmente, foi aplicada uma solução de 50 mol m<sup>-3</sup> de NaCl e após uma semana a concentração foi aumentada para 100 mol m<sup>-3</sup>. A média da condutividade elétrica das soluções nutritivas (CE<sub>aq</sub>) dos tratamentos e do pH foi de 1,85 e 11,60 dS m<sup>-1</sup> e 6,33 e 6,40, respectivamente. Determinou-se a condutividade elétrica das soluções nutritivas utilizando-se o condutivímetro “Analyser - 600” enquanto o pH foi medido com o potenciômetro “Orion model 410A”.

Após a aplicação dos tratamentos as plantas foram irrigadas por gotejamento em turno de rega diária, aplicando-se um volume de solução de aproximadamente 400 mL, suficiente para substituir completamente o restante da irrigação anterior para

o que se utilizou-se a mesma solução nutritiva, acrescida ou não de cloreto de sódio, conforme o tratamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 10 x 2 (genótipos x níveis de salinidade), com três repetições por tratamento, totalizando 60 unidades experimentais, cada qual constituída de uma planta.

A produção relativa de biomassa seca da parte aérea das plantas (PR) foi determinada segundo metodologia proposta por Maas & Hoffman (1977). O genótipo que apresentou produção relativa superior a 70% de sua testemunha no nível 100 mol m<sup>-3</sup> de NaCl foi considerado tolerante dentro do grupo de genótipos estudados. Por outro lado, foram considerados sensíveis os genótipos que apresentaram produção relativa inferior a 50% de seus controles.

Para obtenção das variáveis de crescimento foram realizadas medições semanais do número de folhas (NF), mediante contagem; do diâmetro do pseudocaulo (qPC) utilizando-se um paquímetro milimetrado (tendo como referência o local do pseudocaulo identificado por uma fita colocada a 5 cm do nível do substrato); da altura da planta (ALT) com o auxílio de uma fita métrica (comprimento compreendido entre a fita referência e o ponto de inserção da 1ª folha totalmente expandida a partir da folha vela) e da área foliar (AF) multiplicando-se o produto da largura média do limbo foliar e o comprimento da folha pelo fator de correção 0,7 (Gomes et al., 2005b) expressa em cm<sup>2</sup>.

Por ocasião da coleta, isto é, aos vinte e um dias de tratamento, foram coletados, separadamente, o limbo foliar, o pseudocaulo e as raízes + rizoma e obtidas as biomassas frescas (limbo foliar - BFL, pseudocaulo - BFPC e raízes + rizoma - BFRR) utilizando-se uma balança digital com precisão de 0,01 g; em seguida, todo o material vegetal foi posto para secar em estufa de aeração forçada a 65 °C até peso constante, para posterior obtenção da biomassa seca (limbo foliar - BSL, pseudocaulo - BSPC e raízes + rizoma - BSRR) utilizando-se a mesma balança digital.

Foram calculados, segundo Benincasa (2003):

$$\text{Alocação de biomassa}_{\text{órgão}} (\text{AB}) = (\text{MS}_{\text{órgão}} / \text{MS}_{\text{total}}) \times 100;$$

$$\text{Suculência}_{\text{órgão}} (\text{SC}) = (\text{MF}_{\text{órgão}} - \text{MS}_{\text{órgão}}) / \text{MS}_{\text{órgão}};$$

$$\text{Razão de área foliar} (\text{RAF}) = \text{AF}_f / \text{MS}_f;$$

$$\text{Taxa de crescimento absoluto} (\text{TCA}) = (\text{ALT}_f - \text{ALT}_i) / t;$$

Taxa de assimilação líquida

$$(\text{TAL}) = [(\ln \text{AF}_f - \ln \text{AF}_i) / t] \times [(\text{MS}_f - \text{MS}_i) / (\text{AF}_f - \text{AF}_i)]$$

em que:

MS<sub>órgão</sub> - biomassa seca nos diferentes órgãos

MS<sub>total</sub> - biomassa seca total

MS<sub>folha</sub> - biomassa seca do limbo foliar

MS<sub>i</sub> - biomassa seca total inicial

MS<sub>f</sub> - biomassa seca total final

MF<sub>órgão</sub> - biomassa fresca nos diferentes órgãos

AF<sub>i</sub> - área foliar inicial

AF<sub>f</sub> - área foliar final

ALT<sub>f</sub> - altura final da planta

ALT<sub>i</sub> - altura inicial da planta

BSPA - biomassa seca da parte aérea

BSRR - biomassa seca das raízes + rizoma e t é a duração dos tratamentos salinos, em dias

Os resultados das variáveis de crescimento obtidos foram analisados estatisticamente por meio do programa ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2002), análise de variância com teste F e aplicado o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade visando à comparação das médias. Para a variável alocação de biomassa nos diferentes órgãos, a análise de variância foi realizada utilizando-se a transformação arcosseno da raiz (X/100).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à produção relativa da biomassa seca da parte aérea (PR) dos 10 genótipos de bananeira diploide, são apresentados na Tabela 2. Observa-se que a PR das plantas variou entre 41,01 e 74,22% no nível 100 mol m<sup>-3</sup> de NaCl. Esta amplitude de variação indica que os genótipos testados possuem respostas diferenciadas ao estresse salino.

**Tabela 2.** Produção relativa da biomassa seca da parte aérea (PR) de 10 genótipos de bananeira diploide após 21 dias de estresse salino em condições de casa de vegetação

Genótipos	PR em % (100 mol m <sup>-3</sup> de NaCl)
Nyarmo Yik	58,27
T.D.Mak	57,17
Berlim	57,00
Pisang Ceylan	58,46
Tungia	41,01
Madu	64,58
Lidi	74,22
Ouro	46,15
Malbut	61,05
Calcuttá	66,71

Em 100 mol m<sup>-3</sup> de NaCl a produção relativa da biomassa seca da parte aérea no genótipo Lidi, foi superior a 70%, indicando maior aclimatação ao estresse. Por outro lado, nos genótipos Ouro e Tungia a produção relativa da biomassa seca foi inferior a 50%, caracterizando sensibilidade, segundo classificação de Maas & Hoffman (1977).

A adição de cloreto de sódio (NaCl) à solução nutritiva provocou redução significativa no número de folhas mas apenas nos genótipos Thong Dok Mak, Berlin, Tungia e Madu na ordem de 12,87; 20,00; 17,27 e 14,25%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (Tabela 3). A redução do número de folhas em função do incremento de níveis de sal já foi descrita em outros genótipos de bananeira (Silva et al., 2009).

O diâmetro do pseudocaulo (qPC) foi reduzido em quase todos os genótipos estudados merecendo destaque o genótipo Tungia, com redução da ordem de 26,36% (Tabela 3). Com relação a qPC, os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os de Neves et al. (2002) que mostraram reduções significativas no diâmetro do pseudocaulo nas cultivares Nanicão e Prata quando submetidas a soluções salinas (5,0 a 15,0 dS m<sup>-1</sup>).

A altura foi reduzida nas plantas submetidas ao estresse, parâmetro no qual merecem destaque os genótipos Ouro e Tungia, que apresentaram redução de altura da ordem de 38,74

**Tabela 3.** Valores médios do número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (ØPC), altura de plantas (ALT) e área foliar (AF) em genótipos diploides de bananeira submetidos ao estresse salino, no período de 21 dias

Genótipos	Variáveis biométricas/ Concentração de NaCl (mol m <sup>-3</sup> )							
	NF		ØPC (cm)		ALT (cm)		AF (cm <sup>2</sup> )	
	0	100	0	100	0	100	0	100
Nyarmo Yik	9,33 aABC	8,67 aAB	2,04 aBC	1,73 bAB	26,00 aABC	18,83 bABC	2652,17 aABC	1570,96 bAB
T.D.Mak	10,33 aA	9,00 bA	2,32 aAB	1,83 bAB	23,33 aABC	17,83 bABC	2363,17 aABCD	1175,83 bB
Berlim	10,00 aAB	8,00 bAB	2,12 aBC	1,73 bAB	18,83 aCD	14,50 aC	2126,15 aCD	1121,11 bAB
Tungia	9,67 aAB	8,00 bAB	2,20 aABC	1,62 bAB	28,00 aAB	17,33 bABC	3060,35 aAB	1878,61 bAB
Madu	9,33 aABC	8,00 bAB	2,04 aBC	1,82 aAB	15,67 aD	13,17 aC	2363,32 aABCD	1706,71 bAB
P.Ceylan	8,67 aABC	8,33 aAB	2,61 aA	2,08 aA	29,83 aA	24,67 bA	3109,83 aA	2184,54 bA
Malbut	8,33 aBC	7,33 aAB	1,82 aC	1,54 aB	21,83 aBCD	16,83 bBC	2192,01 aBCD	1396,58 bAB
Ouro	8,67 aABC	7,67 aAB	1,91 aBC	1,55 bB	21,50 aBCD	13,17 bC	2333,94 aABCD	1124,79 bB
Lidi	9,00 aABC	8,67 aAB	1,90 aBC	1,71 aAB	23,50 aABC	22,33 aAB	1500,12 aD	1140,31 bB
Calcuttá	7,67 aC	7,00 aB	1,96 aBC	1,67 bAB	20,33 aCD	15,73 bBC	2564,54 aABC	1918,12 bAB
Média	8,580		1,910		20,160		1984,210	
CV (%)	8,291		8,894		13,768		16,801	

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 a nível de 0,05 de probabilidade

e 38,11%, respectivamente, enquanto o genótipo Lidi indicou a menor redução (4,98%) (Tabela 3). A redução na altura de plantas de bananeira foi registrada previamente em genótipos triploides tendo a magnitude da variação oscilado entre 37,03 e 4,66% (Gomes et al., 2005a). Segundo Benincasa (2003) em geral, a altura das plantas em geral é um dos parâmetros menos susceptíveis às variações ambientais. No caso do estresse salino isto parece ser bastante discutível considerando-se a redução da altura de sete genótipos neste trabalho, tal como no genótipo Prata, registrada por Neves et al. (2002).

Ocorreram reduções na área foliar em todos os genótipos estudados destacando-se os genótipos Thong Dok Mak e Ouro, com reduções acima de 50%. Por outro lado foram verificadas, nos genótipos Lidi e Calcuttá, as menores reduções (23,99 e 25,21% respectivamente) em relação ao tratamento controle (Tabela 3). A redução da área foliar em função do incremento dos níveis de sal é uma resposta frequente em diversos genótipos de bananeira (Gomes et al., 2002, 2005b; Carmo et al., 2003; Silva et al., 2009; Willadino et al., 2011). A redução na taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> provocada pelo fechamento dos estômatos em resposta ao baixo potencial da

água do solo devido à elevada concentração salina (Gurgel et al., 2003) é também determinante na redução do crescimento foliar.

O genótipo Lidi foi o único sem redução significativa na biomassa fresca do limbo (BFL) do pseudocaule (BFPC) e total (BFT) enquanto nos genótipos Tungia e Ouro as reduções se situaram entre 54 e 62%. O genótipo Lidi também não registrou redução na biomassa fresca da raiz (BFRR) da mesa forma que os genótipos Berlin e Madu. Mais uma vez o genótipo Tungia se destacou por apresentar maior redução nesta variável, da ordem de 52,81% em relação ao tratamento controle (Tabela 4). Em geral, a diminuição da disponibilidade hídrica no solo ocasiona queda no potencial da água da folha levando à perda de turgescência e ao fechamento estomático, o que vai acarretar alterações na biomassa fresca do vegetal (Munns & Tester, 2008).

A salinidade também provocou reduções significativas na biomassa seca, em todos os genótipos estudados nas variáveis: biomassa seca do limbo (BSL), pseudocaule (BSPC), raiz (BSRR) e total (BST) com exceção do genótipo Lidi. Os genótipos Tungia e Ouro apresentaram reduções superiores a 40%. Na variável BSRR ocorreram reduções significativas nos

**Tabela 4.** Valores médios da biomassa fresca (limbo foliar - BFL, pseudocaule - BFPC, raízes + rizoma - BFRR e total - BFT) em genótipos diploides de bananeira submetidos ao estresse salino pelo período de 21 dias

Genótipos	Variáveis biométricas/ Concentração de NaCl (mol m <sup>-3</sup> )							
	BFL (g)		BFPC (g)		BFRR (g)		BFT (g)	
	0	100	0	100	0	100	0	100
Nyarmo Yik	79,31 aB	42,06 bAB	82,76 aC	40,10 bB	94,44 aA	64,60 bAB	256,65 aBC	146,75 bAB
T.D.Mak	71,78 aBC	32,12 bB	94,83 aBC	45,46 bB	91,09 aA	52,23 bABC	257,70 aBC	129,81 bAB
Berlim	65,98 aBC	41,14 bAB	70,13 aC	40,77 bB	88,42 aAB	74,13 aA	224,53 aBC	156,03 bAB
Tungia	85,12 aB	36,84 bB	123,67 aAB	47,00 bB	87,80 aAB	41,43 bBC	296,60 aAB	125,27 bAB
Madu	86,59 aB	51,10 bAB	90,78 aBC	52,11 AB	51,64 aC	38,76 aBC	229,01 aBC	141,97 bAB
P.Ceylan	120,87 aA	67,28 bA	152,83 aA	85,77 bA	82,39 aAB	50,49 bABC	356,10 aA	203,53 bA
Malbut	66,18 aBC	37,26 bB	63,18 aC	36,75 bB	61,43 aBC	39,56 bBC	190,79 aC	113,57 bB
Ouro	76,19 aB	32,00 bB	84,20 aC	36,35 bB	59,08 aBC	33,19 bC	219,47 aBC	101,54 bB
Lidi	44,58 aC	29,80 aB	75,72 aC	53,94 aAB	48,58 aC	40,16 aBC	168,89 aC	123,90 aAB
Calcuttá	71,80 aBC	52,62 bAB	78,19 aC	47,54 bB	72,94 aABC	46,53 bABC	222,93 aBC	146,70 bAB
Média	59,530		70,100		60,940		190,590	
CV (%)	18,237		19,767		17,834		17,202	

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 a nível de 0,05 de probabilidade

genótipos Thong Dok Mak, Tungia, Pisang Ceylan, Ouro e Calcuttá superiores a 36%. Os demais genótipos não sofreram alterações para esta variável (Tabela 5). Com base em trabalhos com bananeira, a biomassa seca se tem destacado como uma das variáveis mais importantes. Nesses trabalhos foram observadas reduções na produção de biomassa seca em diversas cultivares estudadas quando submetidas a 100 mol m<sup>-3</sup> de NaCl (Gomes et al., 2005b; Silva et al., 2009; Willadino et al., 2011). A redução da biomassa é consequência da redução da taxa fotossintética e do desvio de energia destinada ao crescimento para a ativação e manutenção de atividade metabólica associada à adaptação à salinidade como a manutenção da integridade das membranas, síntese de solutos orgânicos para a osmorregulação e/ou proteção de macromoléculas e a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células (Munns et al., 2002).

A salinidade provocou redução significativa na alocação da biomassa do limbo (ABL) nos genótipos Nyarmo Yik, Berlim, Ouro e Lidi, da ordem de 10,79, 13,62, 11,85 e 8,76%, respectivamente, em relação ao tratamento controle. No que se

refere à alocação da biomassa das raízes + rizoma (ABRR) ocorreu um incremento da ordem de 29,61 e 22,96% nos genótipos Nyarmo Yik e Berlim, respectivamente (Tabela 6) favorecendo a absorção de água e nutrientes minerais. De maneira geral, os genótipos de bananeira crescidos em condições de estresse salino aumentaram a alocação de biomassa nas raízes com consequente redução nas folhas (Tabela 6). Entre os órgãos, entretanto, as folhas tiveram a maior participação percentual com relação à biomassa seca total da planta. A literatura referente à alocação de biomassa em plantas cultivadas, principalmente em bananeira sob estresse salino, é bastante escassa, não obstante sua importância para o estudo da translocação dos fotoassimilados entre os diversos órgãos da planta.

A salinidade também provocou redução significativa na suculência do limbo (SCL) no genótipo Thong Dok Mak, da ordem de 24,57%; apesar disso, não se observou alteração significativa com relação à SCRR em nenhum genótipo estudado (Tabela 6). Observou-se, na maioria dos genótipos, maior suculência nas raízes + rizoma do que no limbo foliar.

**Tabela 5.** Valores médios da biomassa seca (limbo foliar - BSL, pseudocaule - BSPC, raízes + rizoma - BSRR e total - BST) em genótipos diploides de bananeira submetidos ao estresse salino pelo tempo de 21 dias

Genótipos	Variáveis biométricas/ Concentração de NaCl (mol m <sup>-3</sup> )							
	BSL (g)		BSPC (g)		BSRR (g)		BST (g)	
	0	100	0	100	0	100	0	100
Nyarmo Yik	10,16 aB	5,88 bAB	4,11 aC	2,43 bB	4,65 aAB	4,05 aAB	18,91 aABC	12,36 bA
T.D.Mak	9,00 aBC	5,14 bAB	4,65 aBC	2,67 bB	4,64 aAB	2,93 bBC	18,30 aABC	10,74 bA
Berlim	8,18 aBC	5,30 bAB	3,67 aC	2,64 aB	5,39 aA	5,11 aA	17,24 aBCD	13,05 bA
Tungia	10,68 aAB	4,34 bAB	6,13 aAB	2,54 bB	3,49 aABC	1,61 bC	20,30 aAB	8,49 bA
Madu	9,96 aB	6,37 bAB	4,75 aBC	3,13 bAB	2,37 aC	1,69 aC	17,04 aBCD	11,19 bA
P.Ceylan	13,57 aA	7,47 bA	6,77 aA	4,76 bA	3,31 aBC	1,93 bC	23,65 aA	13,82 bA
Malbut	7,96 aBC	4,72 bAB	3,31 aC	2,15 bB	2,63 aBC	1,91 aC	13,90 aCD	8,79 bA
Ouro	8,89 aBC	3,84 bB	4,22 aC	2,21 bB	3,16 aBC	1,65 bC	16,27 aBCD	7,70 bA
Lidi	5,83 aC	4,11 aB	3,52 aC	2,83 aB	2,40 aC	2,13 aBC	11,75 aD	9,07 aA
Calcuttá	9,70 aB	6,39 bAB	4,81 aBC	3,29 bAB	3,55 aABC	2,28 bBC	18,06 aABC	11,96 bA
Média	7,370		3,730		3,040		14,130	
CV (%)	16,199		17,234		24,515		16,269	

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 a nível de 0,05 de probabilidade

**Tabela 6.** Valores médios da alocação de biomassa (limbo foliar - ABL e raízes + rizoma - ABRR) e suculência (limbo foliar - SCL e raízes + rizoma - SCRR) em genótipos diploides de bananeira submetidos ao estresse salino pelo período de 21 dias

Genótipos	Variáveis biométricas/Concentração de NaCl (mol m <sup>-3</sup> )							
	ABL (%)		ABRR (%)		SCL (g H <sub>2</sub> Og <sup>-1</sup> MS)		SCRR (g H <sub>2</sub> Og <sup>-1</sup> MS)	
	0	100	0	100	0	100	0	100
Nyarmo Yik	53,86 aABC	48,05 bBC	24,35 bABC	31,56 aAB	6,82 aA	6,20 aBC	19,44 aABC	16,08 aCD
T.D.Mak	49,31 aBC	47,94 aBC	25,11 aAB	27,15 aBC	6,96 aA	5,25 bC	18,97aABC	16,91 aBCD
Berlim	47,37 aC	40,92 bD	31,40 bA	38,61 aA	7,07 aA	6,74 aABC	15,47 aC	13,88 aD
Tungia	52,59 aABC	51,30 aABC	17,19 aCD	18,54 aDEF	6,92 aA	7,47 abA	24,00 aA	25,22 aA
Madu	58,33 aA	56,99 aA	13,73 aD	14,94 aEF	7,69 aA	7,02 aAB	21,10 aABC	22,33 aAB
P.Ceylan	57,39 aA	53,96 aAB	14,01 aD	14,07 aF	7,91 aA	8,02 aA	23,88 aAB	25,17 aA
Malbut	57,27 aA	53,87 aAB	18,93 aBCD	21,81aCDE	7,33 aA	6,85 aAB	22,36 aAB	19,67 ABCD
Ouro	54,60aAB	48,13 bBC	19,35 aBCD	21,91 aCD	7,59 aA	7,39 aAB	18,05 aBC	20,47 aABC
Lidi	49,56 aBC	45,22bCD	20,26 aBCD	23,55 aCD	6,58 aA	6,24 aBC	19,18 aABC	17,83 aBCD
Calcuttá	53,68 aABC	53,44 aAB	19,64 aBCD	19,08 aDEF	6,38 aA	7,23 aAB	19,65 aABC	19,47 aABCD
Média	45,970		27,590		6,980		19,960	
CV (%)	3,220		6,844		8,198		10,902	

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 a nível de 0,05 de probabilidade

**Tabela 7.** Valores médios da razão de área foliar (RAF), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxas de crescimento absoluto (TCA) em genótipos diploides de bananeira submetidos ao estresse salino durante 21 dias

Genótipos	Variáveis biométricas/Concentração de NaCl (mol m <sup>-3</sup> )					
	RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> MS)		TAL (mgMS cm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )		TCA (mm d <sup>-1</sup> )	
	0	100	0	100	0	100
Nyarmo Yik	262,07 aA	275,27 aB	0,21 aA	0,12 bA	5,77 aABC	2,17 bAB
T.D. MAK	263,78 aA	229,33 aB	0,23 aA	0,12 bA	5,43 aABCD	2,73 bAB
Berlim	263,24 aA	250,03 aB	0,19 aA	0,08 bA	4,30 aABCD	1,63 bAB
Tungia	290,68 bA	423,04 aA	0,19 aA	0,09 bA	6,57 aA	1,83 bAB
Madu	238,33 aA	269,97 aB	0,18 aA	0,13 bA	3,00 aD	1,67 aAB
P.Ceylan	230,02 aA	295,22 aB	0,23 aA	0,12 bA	6,43 aAB	3,90 bA
Malbut	276,53 aA	294,87 aB	0,17 aA	0,09 bA	3,73 aCD	0,93 bB
Ouro	263,09 aA	302,43 aB	0,18 aA	0,07 bA	3,97 aBCD	1,17 bB
Lidi	258,67 aA	279,40 aB	0,22 aA	0,10 bA	4,10 aABCD	2,60 aAB
Calcuttá	261,53 aA	300,79 aB	0,18 aA	0,10 bA	4,37 aABCD	2,07 bAB
Média	276,410		0,150		3,420	
CV (%)	15,675		16,858		27,068	

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 a nível de 0,05 de probabilidade

Constatou-se uma redução na taxa de assimilação líquida (TAL) em que todos os genótipos estudados destacando-se o genótipo Ouro, com redução da ordem de 61,11% (Tabela 7).

Quanto à RAF, a salinidade provocou um incremento significativo apenas no genótipo Tungia, da ordem de 45,53%, em função da grande redução na produção de biomassa seca; nos demais genótipos o incremento da salinidade na solução nutritiva não produziu efeito significativo na razão de área foliar, sinalizando que o efeito do estresse salino na área foliar foi da mesma magnitude que na produção de biomassa seca (Tabela 7).

Na taxa de crescimento absoluto (TCA) a salinidade provocou reduções significativas na maioria dos genótipos estudados, com exceção dos genótipos Madu e Lidi. Este último genótipo apresentou uma redução de apenas 36,6% refletindo sua capacidade de adaptação ao estresse salino, como constatado em diversas variáveis de crescimento já discutidas. Em contraste, os genótipos Tungia e Ouro apresentaram reduções superiores a 70% caracterizando, mais uma vez, sensibilidade ao estresse salino.

## CONCLUSÕES

1. O genótipo Lidi possui maior tolerância à salinidade e, portanto, genes de interesse para o melhoramento genético
2. Os genótipos Ouro e Tungia são os mais sensíveis ao estresse salino.

## LITERATURA CITADA

- Aslam, M.; Qureshi, R. H.; Ahmad, N. A rapid screening technique for sal tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant and Soil*, v.150, p.99-107, 1993.
- Benincasa, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: FUNEP, 2003.41p.
- Carmo, G. A.; Medeiros, J. F. de; Tavares, J. C. Crescimento de bananeiras sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, p.513-518, 2003.

Dasgan, H. Y.; Aktas, H.; Abak, K.; Cakmak, I. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. *Plant Science*, v.163, p.695-703, 2002.

Fageria, N. K.; Soares Filho, W. S.; Gheyi, H. R. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p.206-217.

FAO/STAT. Produção Mundial de Banana. <http://www.fao.org>. 28 Out. 2011.

Gomes, E. W. F. Willadino, L.; Martins, L. S. S.; Câmara, T. R. Variedades de bananeira tratadas com água salinizada em fase inicial de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.31-36, 2005a.

Gomes, E. W. F.; Willadino, L.; Martins, L. S. S.; Camara, T. R.; Silva, S. O. Banana genotypes under salt stress: Tolerance and sensitivity. *Infomusa*, v.11, p.13-18, 2002.

Gomes, E. W. F. Willadino, L.; Martins, L. S. S.; Silva, S. O.; Câmara, T. R. Variabilidade genética de genótipos de bananeira (*Musa* spp.) submetidos ao estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.171-177, 2005b.

Gomes, E. W. F.; Willadino, L.; Martins, L. S. S.; Silva, S. O.; Camara, T. R.; Meunier, I. M. J. Diploides (AA) de bananeira submetidos ao estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.525-531, 2004.

Gurgel, M. T.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Santos, F. J. S.; Bezerra, I. L.; Nobre, R. G. Estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de aceroleira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p.31-36, 2003.

Maas, E. V.; Hoffman, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage*, v.103, p.115-134, 1977.

Munns, R.; Husain, S.; Rivelli, A. R.; Richard, A. J.; Condon, A. G.; Megan, P. L.; Evans, S. L.; Schachtman, D. P.; Hare, R. A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. *Plant and Soil*, v.247, p.93-105, 2002.

Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *The Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.651-81, 2008.

- Neves, L. L. de M.; Siqueira, D. L. de; Cecon, P. R.; Martinez, C. A.; Salomão, L. C. C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira-’prata’, submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, p.524-529, 2002.
- Silva, F. A. S. e; Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para osistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.4, p.71-78, 2002.
- Silva Neto, S. P. da; Guimarães, T. G. Evolução da cultura da banana no Brasil e no mundo. <http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/287>. 28 Out. 2011.
- Silva, R. L. O.; Martins, L. S. S.; Gomes, E. W. F.; Ferraz, G. M. G.; Silva, S. O.; Willadino, L. Avaliação de diplóides de bananeira (*Musa spp.*) quanto à tolerância a salinidade. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, p.1084-1091, 2009.
- Silva, S. O.; Carvalho, P. C. L.; Shepherd, K; Alves, E. J.; Oliveira, C. A. P.; Carvalho, J. A. B. S. Catálogo de germoplasma de bananeira (*Musa spp.*). Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 152p.
- Willadino, L.; Gomes, E. W. F.; Silva, E. F. F.; Martins, L. S. S.; Camara, T. R. Efeito do estresse salino em genótipos tetraplóides de bananeira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.53-59, 2011.