

GILBERTO DE SOUZA E SILVA JÚNIOR

**RESPOSTAS BIOMÉTRICAS,
ECOFISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM
GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA
(*Musa* spp) SUBMETIDOS À SALINIDADE**

**RECIFE
FEVEREIRO – 2007**

GILBERTO DE SOUZA E SILVA JÚNIOR

**RESPOSTAS BIOMÉTRICAS,
ECOFISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM
GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA
(*Musa spp*) SUBMETIDOS À SALINIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), na área de concentração em Taxonomia, Fisiologia e Ecologia dos Ecossistemas do Nordeste, linha de pesquisa em Fisiologia Vegetal e Biotecnologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Botânica.

Orientadora: Dra. Lilia Willadino

Conselheira: Dra. Terezinha Rangel Câmara

**RECIFE
FEVEREIRO – 2007**

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S586r Silva Júnior, Gilberto de Souza e
Respostas biométricas, ecofisiológicas e nutricionais
em genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp) submetidos
à salinidade / Gilberto de Souza e Silva Júnior. – 2007.
106 f. : il.

Orientadora: Lilia Willadino.
Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal
Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia.
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 631.42

1. Banana (*Musa* spp)
2. Salinidade
3. Crescimento
4. Transpiração
5. Resistência difusiva
6. Desequilíbrio nutricional
 - I. Willadino, Lilia
 - II. Título

Respostas biométricas, ecofisiológicas e nutricionais em genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp) submetidos à salinidade

Gilberto de Souza e Silva Júnior.

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora:

Orientadora: _____
Dra. Lilia Willadino

Examinadores: _____
Dr. Claudivan F. de Lacerda - UFC

Dr. Egídio Bezerra Neto - UFRPE

Dr. Everardo V. Sampaio - UFPE

Dr. Mairon M. da Silva – UFRPE

Dra. Rosimar S. Musser – UFRPE

RECIFE
FEVEREIRO, 2007

DEDICO

Aos meus pais, Gilberto de Souza e Ivanise Gomes, aos meus irmãos, Alexandre Gomes e Ana Cláudia Batista, aos meus sobrinhos, João Paulo Batista, Guilherme Batista e Arthur Gomes, a minha tia Lenira Gonçalves, aos meus mestres e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todo o sempre.

À Professora Lilia Willadino, pela sábia orientação e amizade.

A Dra. Terezinha Rangel Câmara pela valiosa co-orientação, colaborações na execução deste trabalho e pela sua amizade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco representado pela coordenadora Dra. Carmem Sílvia Zickel.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Botânica, especialmente ao Dr. Egídio Bezerra Neto e ao Dr. Reginaldo Carvalho pelas valiosas colaborações para execução deste trabalho.

Aos meus pais, que ao longo da vida me transmitiram lições de honestidade, respeito e perseverança.

Aos estagiários e bolsistas dos Laboratórios de Cultura de Tecidos Vegetais, Nutrição Mineral de Plantas e Bioquímica Vegetal, pela imensa colaboração.

Ao amigo Luiz Evandro da Silva e ao técnico de laboratório Francisco Wellington de Oliveira Carneiro, por sua colaboração nas análises químicas efetuadas e amizade.

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação em Botânica, especialmente à Juliana de Santana Ribeiro, Francisco Valença de Almeida Leite, Elizamar Ciríaco da Silva, Maria Alice Vasconcelos da Silva, Sandra Maria do Nascimento, Ana Cecília Ribeiro de Castro e Isaias Ferreira de Mendonça, pelo carinho e amizade a mim dedicado.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. Sebastião de Oliveira e Silva, do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura – CNPMF/EMBRAPA, pelo fornecimento das mudas de bananeira utilizadas neste trabalho.

À Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão – EAFVSA (PE) por ter colaborado para a conclusão do Doutorado.

Aos funcionários da UFRPE que fazem a Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Botânica, pela ajuda.

Aos funcionários da Biblioteca Central da UFRPE, pela sua cooperação.

A todos os colegas professores, funcionários técnico-administrativos da UFRPE, amigos e parentes que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do presente trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	IV
LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABELAS	VI
RESUMO GERAL	VIII
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Aspectos gerais da cultura da bananeira	14
2.1.1 Classificação botânica, origem e evolução	14
2.1.2 Aspectos socioeconômicos	15
2.1.3 Composição química e utilização	16
2.1.4 Aspectos morfológicos da cultura	16
2.1.5 Aspectos culturais	17
2.2 Aspectos gerais da salinidade	19
2.2.1 Salinização dos solos	19
2.2.2 Efeito da salinidade sobre as plantas	21
2.2.3 Efeito da salinidade sobre o crescimento	22
2.2.4 Efeito da salinidade sobre os aspectos ecofisiológicos	24
2.2.5 Efeito da salinidade sobre a nutrição mineral.....	26
2.2.6 Mecanismo de tolerância à salinidade	28
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
4. TRABALHOS	39
4.1 TRABALHO 1 – CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO	40
RESUMO	40
ABSTRACT	40

	INTRODUÇÃO	41
	MATERIAL E MÉTODOS	42
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
4.2	TRABALHO 2 – COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO	65
	RESUMO	66
	ABSTRACT	66
	INTRODUÇÃO	67
	MATERIAL E MÉTODOS	68
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
	AGRADECIMENTOS	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
4.3	TRABALHO 3 – EFEITO DA SALINIDADE SOBRE O EQUILÍBRIO NUTRICIONAL EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA	83
	RESUMO	84
	ABSTRACT	84
	INTRODUÇÃO	86
	MATERIAL E MÉTODOS	86
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
6.	ANEXOS	98
6.1	Normas para publicação nas revistas PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA – PAB e ACTA BOTANICA BRASILICA	98

6.2	Matriz de correlação simples entre as variáveis biométricas e ecofisiológicas em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias	101
6.3	Sintomas da toxidez por sódio no limbo foliar, nos genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias	102
6.4	Sintomas da toxidez por sódio no limbo foliar, nos genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias	103
6.5	Sintomas da toxidez por sódio no limbo foliar, nos genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.....	104
6.6	Comparação do crescimento em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.....	105
6.7	Comparação do crescimento em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

θ PC	Diâmetro do pseudocaule
ABL	Alocação da biomassa no limbo foliar
ABPC	Alocação da biomassa no pseudocaule
ABRR	Alocação da biomassa nas raízes + rizoma
AF	Área foliar
ALT	Altura de plantas
BFL	Biomassa fresca do limbo foliar
BFPC	Biomassa fresca do pseudocaule
BFRR	Biomassa fresca das raízes + rizoma
BSL	Biomassa seca do limbo foliar
BSPC	Biomassa seca do pseudocaule
BSRR	Biomassa seca das raízes + rizoma
BST	Biomassa seca total
Ca ²⁺	Íon cálcio
CE	Condutividade elétrica
Cl ⁻	Íon cloreto
DPV	Déficit de pressão de vapor
E	Transpiração
EAA	Espectrofotometria de absorção atômica
FEC	Fotometria de emissão de chama
IE	Índice de esclerofilia
K ⁺	Íon potasio
Mg ²⁺	Íon magnésio
Na ⁺	Íon sódio
NF	Número de folhas
PA/RR	Razão parte aérea:raízes
PR	Produção relativa de biomassa seca da parte aérea
RAF	Razão de área foliar
RFA	Radiação fotossinteticamente ativa
Rs	Resistência difusiva
SCL	Suculência no limbo foliar
SCPC	Suculência no pseudocaule
SCR	Suculência nas raízes + rizoma
TAL	Taxa de assimilação líquida
TAR	Temperatura do ar
TCA	Taxa de crescimento absoluto
TCR	Taxa de crescimento relativo
Tfol	Temperatura foliar
UR	Umidade relativa do ar

LISTA DE FIGURAS

TRABALHO 2 – COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO.

Figura 1. Temperatura do ar (TAR), umidade relativa do ar (UR), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e déficit de pressão de vapor (DPV) por ocasião das medidas porométricas, em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação aos zero, dez e vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos71

Figura 2. Transpiração (E) em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação, aos vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos (0 e 100 mol.m⁻³ de NaCl). Letras minúsculas iguais entre horários, dentro do mesmo genótipo e nível de salinidade e letras maiúsculas iguais entre tratamentos, dentro do mesmo genótipo e horário, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade73

Figura 3. Resistência difusiva (Rs) em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação, aos vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos (0 e 100 mol.m⁻³ de NaCl). Letras minúsculas iguais entre horários, dentro do mesmo genótipo e nível de salinidade e letras maiúsculas iguais entre tratamentos, dentro do mesmo genótipo e horário, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade77

Figura 4. Temperatura foliar (Tfol) em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação, aos vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos (0 e 100 mol.m⁻³ de NaCl). Letras minúsculas iguais entre horários, dentro do mesmo genótipo e nível de salinidade e letras maiúsculas iguais entre tratamentos, dentro do mesmo genótipo e horário, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade79

LISTA DE TABELAS

TRABALHO 1 – CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO.

Tabela 1. Relação dos genótipos submetidos ao estresse salino43

Tabela 2. Produção relativa (PR) de 10 genótipos diplóides de bananeira, após 21 dias de estresse salino, em condições de casa de vegetação47

Tabela 3. Número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (θ PC), altura de plantas (ALT) e área foliar (AF) em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias50

Tabela 4. Biomassas frescas do limbo foliar (BFL), do pseudocaule (BFPC), das raízes + rizoma (BFRR) e total (BFT) em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias51

Tabela 5. Biomassas secas do limbo foliar (BSL), do pseudocaule (BSPC), das raízes + rizoma (BSRR) e total (BST) em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias53

Tabela 6. Alocação de biomassa no limbo foliar - ABL, no pseudocaule - ABPC e nas raízes + rizoma - ABRR e suculências no limbo foliar - SCL, no pseudocaule - SCPC e nas raízes + rizoma - SCRR em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias56

Tabela 7. Razão de área foliar (RAF), índice de esclerofilia (IE), taxa de assimilação líquida (TAL), razão parte aérea:raízes (PA/RR) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias59

TRABALHO 2 – COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO.

Tabela 1. 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 dias74

TRABALHO 3 – EFEITO DA SALINIDADE SOBRE O EQUILÍBRIO NUTRICIONAL EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA.

Tabela 1. Teores de íons no limbo foliar, em dez genótipos de bananeira, em estágio inicial de desenvolvimento, aos 21 dias de tratamento com NaCl91

Tabela 2. Teores de íons no pseudocaule, em dez genótipos de bananeira, em estágio inicial de desenvolvimento, aos 21 dias de tratamento com NaCl91

Tabela 3. Teores de íons nas raízes + rizoma, em dez genótipos de bananeira, em estágio inicial de desenvolvimento, aos 21 dias de tratamento com NaCl92

Tabela 4. 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 dias93

RESUMO GERAL

A bananeira é cultivada nas regiões localizadas nos trópicos e sub-trópicos, abrangendo mais de 100 países do mundo. No Brasil, a cultura da bananeira ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas e consumidas no país e a terceira posição em área colhida. A região Nordeste é responsável por 34 % da produção nacional de banana. Nesta região, a salinidade representa um dos mais sérios fatores que limita o crescimento e a produtividade dessa cultura, sobretudo nos perímetros irrigados. Dez genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp), provenientes de cultura de tecidos, foram cultivados em solução nutritiva, acrescida ou não de NaCl (0 e 100 mol.m⁻³). O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química da UFRPE, em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições, em um arranjo fatorial 10 x 2. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito do NaCl sobre variáveis biométricas, ecofisiológicas e nutricionais. Durante o período experimental, a temperatura do ar variou de 27,7 a 30,4 °C, a umidade relativa do ar de 46,2 a 64,8 % e a radiação fotossinteticamente ativa de 24,54 a 109, 57 μmol.m⁻².s⁻¹. O experimento foi coletado 21 dias após o início dos tratamentos. Semanalmente, foram determinadas as variáveis biométricas (número de folhas, diâmetro do pseudocaule, altura de plantas e área foliar). As variáveis ecofisiológicas (transpiração, resistência difusiva e temperatura foliar) foram determinadas aos 20 dias da diferenciação dos tratamentos. Por ocasião da coleta do experimento foi determinada a biomassa fresca da parte aérea (limbo foliar e pseudocaule) e das raízes + rizoma. As partes fracionadas (parte aérea e raízes + rizoma) foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel devidamente identificados e postas para secar em estufa de aeração forçada a 65°C até peso constante, para obtenção da biomassa seca (parte aérea e raízes + rizoma). Em seguida, foi calculada a alocação da biomassa e suculência nos diferentes órgãos, razão de área foliar, índice de esclerofilia, taxa de assimilação líquida, razão parte aérea:raízes e taxas de crescimento absoluto e relativo. Efetuada a secagem do material vegetal, realizaram-se as análises de sódio, potássio, cloreto, cálcio e magnésio, nas diferentes partes das plantas. A salinidade provocou, na maioria dos genótipos estudados, reduções significativas em quase todas as variáveis biométricas analisadas; destacando-se a área foliar, a biomassa seca (limbo,

pseudocaule e raízes + rizoma), a alocação da biomassa nos diferentes órgãos (limbo, pseudocaule e raízes + rizoma) e as taxas de crescimento absoluto e relativo. Também provocou redução na transpiração e uma tendência ao aumento da resistência difusiva e temperatura foliar em todos os genótipos submetidos ao estresse salino. Houve incremento nos teores de Na^+ e Cl^- nos diferentes órgãos das plantas, acarretando redução no teor de Ca^{2+} , principalmente nas raízes + rizoma e conseqüentemente alteração na biomassa seca total, área foliar e taxas de crescimento absoluto e relativo. 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. O genótipo *Tungia* apresentou maior sensibilidade ao estresse salino observado em 48% das variáveis biométricas avaliadas em contraste com o genótipo *Lidi* que apresentou tolerância em 60% dessas variáveis. Os demais genótipos apresentaram grau de tolerância intermediário. Baseado nos valores de transpiração (E) e resistência difusiva (R_s) dos genótipos contrastantes, pode-se inferir que o genótipo *Tungia* apresentou uma menor transpiração e maior resistência estomática caracterizando uma maior sensibilidade ao estresse salino em relação ao genótipo *Lidi*. Destaca-se neste trabalho a sensibilidade do genótipo *Tungia*, sobretudo em conseqüência do elevado teor de Na^+ no limbo foliar, ainda que provavelmente tenha ocorrido compartimentalização de parte deste cátion no vacúolo, evidenciado pela magnitude do teor do mesmo no limbo foliar. De qualquer maneira, o Na^+ que não foi compartimentalizado possivelmente afetou, por toxicidade, processos metabólicos, como assimilação de CO_2 , fotossíntese, síntese de proteína e respiração devido à inativação enzimática, refletindo-se esse efeito na forma de manchas necróticas, clorose e queima da borda do limbo foliar. O efeito do estresse salino sobre diplóides de bananeira pode ser mais bem compreendido mediante a avaliação dessas variáveis, permitindo identificar genótipos promissores com genes de interesse, que possam ser integrados aos programas de melhoramento genético.

ABSTRACT

The banana plant is cultivated in tropical and sub-tropical regions, encompassing over 100 countries throughout the world. In Brazil, banana cultivation constitutes the second largest volume of fruit produced and consumed in the country, ranking third in terms of area harvested. The Northeast region is responsible for 34% of the national banana production. Salinity in the region is one of the most serious factors limiting growth and productivity of this crop, especially in irrigated areas. Ten diploid genotypes of banana plants (*Musa* spp) from plant tissue cultures were cultivated in a nutrient solution with and without the addition of NaCl (0 and 100 mol.m⁻³). The experiment was carried out in the greenhouse of the Chemistry Department of the UFRPE, with an entirely randomized design, 3 replications and a 10 x 2 factorial arrangement. The aim of the study was to assess the effect of NaCl on biometric, eco-physical and nutritional variables. Throughout the experimental period, air temperature ranged from 27.7 to 30.4 °C, relative humidity ranged from 46.2 to 64.8 % and photosynthetically active radiation ranged from 24.54 to 109.57 μmol.m⁻².s⁻¹. Samples were collected 21 days after initiating the treatments. Biometric variables (number of leaves, pseudostem diameter, plant height and leaf area) were measured weekly. Eco-physical variables (transpiration, diffusive resistance and leaf temperature) were determined at 20 days of the treatment differentiation. Upon collection, shoot fresh matter (leaf stalk and pseudostem) and roots + rhizome were determined. The fractioned parts (shoot and roots + rhizome) were conditioned separately in paper bags, duly identified and placed in a greenhouse for drying with forced aeration at 65°C until reaching a constant weight, in order to obtain the dry matter (shoot and roots + rhizome). Next, the allocation of biomass and succulence of the different organs, leaf area ratio, sclerophyll index, liquid assimilation rate, shoot/roots ratio and both relative and absolute growth rate were determined. After the drying of the plant material, the analyses of sodium, potassium, chloride, calcium and magnesium were carried out on the different parts of the plants. For most of the genotypes studied, salinity caused significant reductions in nearly all the biometric variables analyzed, especially leaf area, dry matter (stalk, pseudostem and roots + rhizome), allocation of biomass in the different organs (stalk, pseudostem and roots + rhizome) and both absolute and relative growth rates. Salinity also caused a

reduction in transpiration and a tendency toward an increase in diffusive resistance and leaf temperature in all the genotypes subjected to salt stress. There was 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, leaf area, absolute growth rate and relative growth rate. 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 the latter organ alone. The *Tungia* genotype presented the greatest sensitivity to stress in 48% of the biometric variables evaluated. The Lidi genotype presented tolerance in 60% of these variables. The remaining genotypes presented intermediate degrees of tolerance. Based on transpiration (E) and diffusive resistance (Rs) values of the contrasting genotypes, it can be inferred that the *Tungia* genotype presented lower transpiration and greater stomatic resistance, characterizing greater sensitivity to salt stress when compared to the Lidi genotype. The present study highlights the sensitivity of the *Tungia* genotype, especially in consequence of the high Na^+ content in the leaf stem, though it is likely that there was compartmentalization of part of this cation in the vacuole, evidencing the magnitude of its content in the leaf stem. At any rate, the Na^+ that was not compartmentalized possibly affected, through toxicity, metabolic processes such as assimilation of CO_2 , photosynthesis, protein synthesis and respiration due to enzymatic inactivation, reflecting this effect in the form of necrotic spots, chlorosis and burned edges of the leaf stem. The effect of salt stress on banana plant diploids can be better understood through the assessment of these variables, allowing the identification of promising genotypes with genes of interest that can be integrated to genetic improvement programs.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de banana é de 72.624.562 toneladas em uma área de 4.456.485 hectares, apresentando uma produtividade média de 16.296 kg/ha. Os maiores produtores são: Índia (16.820.000 toneladas), Brasil (6.702.760 toneladas), China (6.390.000 toneladas), Equador (5.877.830 toneladas), Filipinas (5.800.000 toneladas) e Indonésia (4.503.467 toneladas) (FAO, 2005). O Brasil apesar da expressiva participação no cenário mundial, cerca de 9,22% do total produzido em uma área de 494.462 hectares (11,09% da área mundial) e uma produtividade média de 13.555 kg/ha (83,18% da produtividade mundial), não tem conseguido se impor no importante mercado internacional de frutas. Praticamente toda a produção nacional de banana é comercializada no mercado interno, o que torna o Brasil o maior consumidor mundial dessa fruta. Uma parcela estimada em apenas 2,81% da produção nacional (188.087 toneladas) é exportada, no valor de, aproximadamente, US\$ 26.983.000 (FAO, 2004).

A produção brasileira de banana é peculiar no que se refere à distribuição espacial, estando presente em todos os estados e ocupando, em alguns, elevada importância social e econômica. Além disso, a bananicultura sempre foi uma das atividades agrícolas de grande importância pelo papel social que exerce na fixação do homem no campo e na geração de emprego rural (Cordeiro & Almeida, 2000). A banana apresenta importância também, como fonte de alimentação e geração de divisas para o país (Souza & Torres Filho, 1997). Na alimentação humana, adquire importância não só por ser consumida em todas as faixas etárias, mas também pelo seu alto valor energético e pelo conteúdo de vitaminas e sais minerais (Alves, 1997).

A bananeira é cultivada desde a faixa litorânea até os planaltos do interior, embora a sua produção sofra restrições em virtude de fatores edafoclimáticos (Dantas & Soares Filho, 2000). No Nordeste brasileiro, a bananicultura é praticada em áreas de topografia acidentada e de condições ecológicas diversas, sendo inúmeros os fatores que limitam a sua produção, desde o tradicionalismo regional, a salinização dos solos, as pragas e doenças, o alto custo dos insumos, os fatores climáticos, até a ausência de cooperativas que assegurem uma melhor comercialização do produto nos centros de produção e abastecimento (Araújo, 1997). Nesta região, a bananicultura é uma das principais explorações agrícolas entre as fruteiras. Entretanto, grande parte dos solos das áreas irrigadas do semi-árido

nordestino apresenta elevados teores de sais devido à intensa evapotranspiração e à inadequada drenagem (Santos & Gheyj, 1993).

Em Pernambuco, a bananeira é cultivada em todas as regiões fitogeográficas e seu fruto é considerado como um dos frutos mais populares. As regiões da Mata Seca e da Mata Úmida, bem como os perímetros irrigados, vêm se destacando como as áreas de maior produção do Estado (Araújo & Lima, 1992). Por outro lado, alguns perímetros irrigados, como por exemplo o de Custódia, apresentam mais de 95% de sua área comprometida pela salinidade do solo (Macedo, 1988). Tal problema tem se refletido na redução do crescimento e do desenvolvimento de bananeiras (Araújo Filho et al., 1995), sobretudo pela fitotoxidez por sódio, visto ser esta cultura extremamente sensível a esse elemento químico (Borges & Oliveira, 2000).

A salinidade dos solos afeta as plantas por meio de efeitos tóxicos, osmóticos e de natureza nutricional (Levitt, 1980). Esses efeitos sobre a produtividade agrícola podem ser reduzidos mediante melhorias ambientais e ou das características intrínsecas da planta (Tal, 1985). A utilização de cultivares tolerantes às condições de salinidade tem sido uma alternativa bastante viável para o uso de áreas salinizadas, por ser uma opção de baixo custo e com respostas imediatas para o agricultor. Desta forma, a seleção de genótipos tolerantes à salinidade implica em viabilizar o plantio de bananeira nessas áreas marginalizadas. Qualquer variedade tolerante que apresente potencial agrônômico e atenda às exigências do mercado, tende a ser imediatamente incorporada ao sistema de produção das áreas que apresentam problemas de salinidade.

Os resultados de um programa de melhoramento, independentemente dos seus objetivos (produção de triplóides ou tetraplóides), dependem basicamente da qualidade dos parentais diplóides utilizados na geração de híbridos desejáveis, por seu papel fundamental na incorporação de características de valor agrônômico. Na prática, o germoplasma diplóide básico consiste de formas selvagens e cultivares férteis do grupo AA, abrangendo uma variabilidade útil muito grande, suficiente para satisfazer todos os objetivos atuais de melhoramento. O germoplasma AA deverá contribuir com resistências às diversas doenças e com outras características favoráveis, tais como a tolerância à salinidade (Dantas et al., 1993).

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar, em condições de casa de vegetação, as respostas biométricas, ecofisiológicas e nutricionais em genótipos diplóides de bananeira submetidos à salinidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura da bananeira

2.1.1 Classificação botânica, origem e evolução

As bananeiras produtoras de frutos comestíveis pertencem ao Reino Vegetal; Ramo Phanerogamae; Classe Monocotiledoneae; Ordem Scitaminales; Família Musaceae; na qual se encontram as Subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae. Esta última inclui, além do gênero *Ensete*, o gênero *Musa*, constituído por quatro séries ou seções: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys e (Eu-) Musa (Dantas & Soares Filho, 2000). Nesta seção, localizam-se as bananas comestíveis, que têm grande valor comercial a qual pertencem as espécies selvagens *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* (Manica, 1998).

A maioria dos cultivares de banana originou-se no Continente Asiático, evoluindo a partir das espécies diplóides selvagens *Musa acuminata* (Colla) (AA) e *Musa balbisiana* (Colla) (BB). Elas apresentam três níveis cromossômicos distintos: diplóide, triplóide e tetraplóide, respectivamente, com dois, três e quatro múltiplos do número básico ou genoma de 11 ($X = N$). A origem de bananeiras triplóides a partir de diplóides e de tetraplóides a partir de triplóides é constatada por meio de cruzamentos experimentais (Dantas et al., 1993).

Na evolução das bananeiras comestíveis tomaram parte, principalmente, as espécies diplóides selvagens supracitadas, de modo que cada cultivar atualmente contém combinações variadas de genomas completos resultando nos grupos genômicos AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB, AABB e ABBB. A evolução desses cultivares se processou em quatro etapas, repetidas em várias épocas. A primeira etapa constou da ocorrência de partenocarpia por mutação na espécie *M. acuminata* (AA), ou seja, a capacidade de gerar polpa sem a produção de sementes. A segunda etapa caracterizou-se pela hibridação entre cultivares do grupo AA e plantas selvagens de *M. balbisiana* (BB), para produzir híbridos diplóides do grupo AB, atualmente raros e possivelmente limitados na sua origem à Índia. A terceira e quarta etapas da evolução são admitidas com base na capacidade de várias bananeiras e de alguns híbridos de gerar, em baixa frequência, uma proporção de células-ovo viáveis, sem meiose típica, com a mesma constituição cromossômica e

genética da planta mãe, seja esta diplóide ou triplóide. Por meio de cruzamentos espontâneos envolvendo pólen das espécies parentais (*M. acuminata* e *M. balbisiana*) ou de cultivares do grupo AA, com genótipos dos grupos AA e AB portadores de sacos embrionários diplóides, foi possível a evolução de triplóides dos grupos AAA, AAB e ABB, pela adição do número básico X (A ou B). Da mesma forma, os tetraplóides dos grupos AAAA, AAAB, AABB e ABBB evoluíram a partir dos três grupos triplóides (Dantas & Soares Filho, 2000).

2.1.2 Aspectos socioeconômicos

A banana é a fruta mais consumida no mundo e no Brasil, constituindo parte importante da renda dos pequenos produtores e da alimentação das camadas mais carentes da população. De modo geral, é cultivada em pequenas propriedades, sendo de grande importância social (geração de emprego) e econômica (geração de renda). A produção nacional é voltada quase que exclusivamente para o mercado doméstico. Vários fatores contribuíram nesse sentido, destacando-se: o tamanho do mercado doméstico; a pouca exigência dos consumidores locais em qualidade, contribuindo para a negligência do setor produtivo, para o baixo nível de qualidade da banana produzida e a sua não-adequação aos padrões de qualidade do mercado internacional; os níveis atrativos de preços para o produto no mercado doméstico; a incompatibilidade entre as variedades produzidas no Brasil e as demandadas no mercado externo e a desorganização da cadeia produtiva (Almeida et al., 2000).

As condições climáticas das regiões Norte e Nordeste, associadas à seleção de cultivares e ao manejo adequado da irrigação podem proporcionar o desenvolvimento de uma bananicultura com baixa incidência de doenças, oferta regular e boa qualidade dos frutos. Embora essas regiões apresentem vantagens comparativas para a produção de banana de alto padrão de qualidade, ainda é preciso superar, em grande parte, sua baixa eficiência, tanto na produção como no manejo pós-colheita (Almeida et al., 2000).

2.1.3 Composição química e utilização

A banana é uma fruta com aroma e consistência própria e de grande valor nutritivo. Apresenta, cerca de 19 a 25% de sólidos solúveis totais e, dentro deste total, 18 a 20% de carboidratos (amido convertido em açúcares solúveis, tais como sacarose, glicose e frutose). Outros grupos de componentes muito importantes são: os taninos; os lipídios, que têm um valor inferior a 0,5%; as proteínas, com concentração entre 0,8 a 1,5% do conteúdo da polpa; os componentes minerais que representam 0,8 a 1,2%, dominando os sais de fósforo (15 a 30 mg/100g de polpa), potássio, magnésio, cálcio e ferro; as vitaminas A (Retinol), B₁ (Tiamina), B₂ (Riboflavina) e C (Ácido ascórbico); e o inositol e seus derivados. A banana tem um grande aproveitamento sendo o fruto, quando ainda verde utilizado para fazer farinha, tortas forrageiras ou consumidos depois de cozidos. Os frutos maduros são consumidos ao natural, fritos ou cozidos. Na indústria são utilizados para o preparo de purê, néctar, banana-passa, banana cristalizada, banana em calda, bananada ou doce de massa, essências, vinho, vinagre, geléia e aguardente (Manica, 1998).

2.1.4 Aspectos morfológicos da cultura

A bananeira (*Musa* spp) é uma planta monocotiledônea, herbácea e perene. Apresenta caule subterrâneo do tipo rizoma, geralmente com um diâmetro superior a 30 cm e de onde saem as raízes primárias, formando um sistema radicular fasciculado. O rizoma tem na parte externa uma região “carnosa” e aquosa, denominada de córtex e outra região interna e fibrosa, que é o cilindro central, separada do córtex pelo câmbio. A maioria das raízes origina-se na parte superior do rizoma e aparece logo abaixo do meristema central, cresce através da zona cortical, sai ao exterior e estende-se na camada superficial do solo. As raízes primárias são em forma de corda, brancas, “carnosas” e tenras quando novas; depois amarelecem; o seu diâmetro depende do cultivar e situa-se entre 5 a 8 mm, com um comprimento de 3 a 4 m; estas raízes têm numerosas radículas laterais com diâmetro de 2 mm aproximadamente, providas de pêlos absorventes que são responsáveis pela absorção da água e nutrientes. As raízes secundárias têm dominância apical, são em grande número, apresentam-se muito finas e são difíceis de ser observadas (Borges et al., 2000).

O pseudocaule é formado por bainhas foliares, terminando com uma copa de folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. Uma planta pode emitir de 30 a 70 folhas, com o aparecimento de uma nova folha a cada 7 a 11 dias (Borges et al., 2000). A folha da bananeira é constituída de 4 regiões: a bainha, o pecíolo, o limbo (dividido pela nervura central em dois semi-limbos) e o agente precursor. A bainha da folha é longa, reta, com bordos retilíneos, salvo nas extremidades. O pecíolo inicia-se com a contração dos bordos da bainha; a seção do pecíolo é arredondada no lado inferior e apresenta um canal no lado superior (Manica, 1998).

A inflorescência é denominada rácimo; o rácimo ou “cacho” é constituído pelo pedúnculo (engajo), pencas, ráquis (eixo primário onde estão inseridas as flores da inflorescência) e coração ou “mangará” (formado pelas flores masculinas, com suas respectivas brácteas). As flores femininas apresentam ovário bem desenvolvido, ocupando 3/4 da flor, sendo que estas flores femininas dão origem aos frutos. Na parte mediana da inflorescência, encontram-se as flores hermafroditas, conhecidas como flores completas; elas podem dar origem a frutos, mas geralmente eles são pequenos, mal formados e sem valor comercial. Na extremidade da inflorescência, estão as flores masculinas que sofrem abscisão na base do ovário abortivo e desprendem-se todas de uma vez. (Borges & Oliveira., 2000).

O número de frutos formados por penca depende do desenvolvimento foliar, após o início da diferenciação floral, embora teoricamente todas as flores femininas tenham condições de dar origem a frutos. De um modo geral, os frutos são produzidos por partenocarpia e sem a presença de sementes. São bagas alongadas, o epicarpo corresponde à casca e o mesocarpo à polpa. Fazem parte da penca, onde estão reunidos por seus pedicelos em duas fileiras horizontais à base da ráquis (Manica, 1998).

2.1.5 Aspectos culturais

Os fatores que influenciam no crescimento e produção das bananeiras classificam-se em internos e externos. Os fatores internos estão relacionados com as características genéticas da variedade utilizada, enquanto os fatores externos se referem às condições edáficas (solo), ambientais (clima), agentes bióticos (pragas e doenças) e à ação do homem interferindo nos fatores edáficos, climáticos e bióticos (Borges & Oliveira, 2000).

O cultivo da bananeira pode ser estabelecido tanto em encostas como em terrenos planos. Contudo, áreas com declive inferior a 8% são as mais recomendadas; entre 8 e 30% há restrições; e acima de 30% são considerados inadequados. Os terrenos planos a suavemente ondulados (declives menores que 8%) são mais adequados, pois facilitam o manejo da cultura, a mecanização, as práticas culturais, a colheita e a conservação do solo. Apesar da bananeira apresentar sistema radicular superficial (30 cm), é importante que o solo seja profundo, com mais de 75 cm, não apresente camada impermeável, pedregosa ou endurecida, nem lençol freático a menos de um metro de profundidade (Borges & Oliveira, 2000). A disponibilidade adequada de oxigênio é de fundamental importância para o bom desenvolvimento do sistema radicular. Ocorrendo falta de oxigênio, as raízes perdem a rigidez, adquirem coloração cinza-azulada pálida e apodrecem rapidamente (Borges et al., 2000).

A bananeira é uma planta com elevado e constante consumo de água, devido à morfologia e à hidratação de seus tecidos. As maiores produções de banana estão associadas a uma precipitação anual em torno de 2.000 mm, bem distribuída no decorrer do ano, ou seja, sem deficiência hídrica, que corresponde à ausência de estação seca. Quando a deficiência hídrica anual é superior, aproximadamente, a 80 mm, a cultura não se desenvolve de maneira satisfatória, afetando, conseqüentemente, a produtividade e a qualidade dos frutos (Alves & Lima, 2000).

A bananeira, como planta típica das regiões tropicais úmidas, apresenta melhor desenvolvimento em locais de alta luminosidade, temperatura variando em torno de 15 a 35°C e umidade relativa do ar superior a 80%. O efeito da luminosidade sobre o ciclo vegetativo da bananeira é bastante evidente, podendo estender-se por 8,5 meses até aos 14 meses, dependendo das condições de cultivo. A atividade fotossintética aumenta rapidamente quando a intensidade lumínica se encontra na faixa de 2.000 a 10.000 lux (horas de luz por ano). Abaixo de 15°C, a atividade metabólica da planta é paralisada e acima de 35°C o desenvolvimento da planta é inibido, em conseqüência, principalmente, da desidratação dos tecidos, sobretudo das folhas. A umidade relativa do ar acima de 80% acelera a emissão das folhas, prolonga sua longevidade, favorece a emissão da inflorescência e uniformiza a coloração dos frutos (Alves & Oliveira, 1997).

A bananeira é cultivada em altitudes que variam de zero a 1.000 m acima do nível do mar. A altitude influencia os fatores climáticos que, conseqüentemente,

afetarão o crescimento e a produção (Borges & Oliveira, 2000). Requer fertilização abundante, não só por ser elevada a quantidade de nutrientes absorvidos e exportados pelos frutos, como também porque os solos da maioria das regiões produtoras são geralmente pobres em nutrientes, devido à presença predominante de caulinita, óxidos de ferro e alumínio, além de acidez elevada. É uma planta muito exigente em nutrientes, principalmente potássio e nitrogênio. Em ordem decrescente, a bananeira absorve preferencialmente os seguintes nutrientes: macronutrientes – $K > N > Ca > Mg > S > P$ e micronutrientes – $Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu$ (Borges & Oliveira, 2000).

Os principais tratamentos culturais que devem ser executados em um bananal são: capina, controle cultural, irrigação e fertirrigação, controle fitossanitário, desbaste, desfolha, adubação e calagem, escoramento, ensacamento do cacho e corte do pseudocaule após a colheita. Vale ressaltar que juntamente com a presença de condições edafoclimáticas favoráveis, os tratamentos culturais constituem os fatores básicos para que uma cultivar manifeste seu potencial de produtividade, traduzido em maior produção e em produtos de melhor qualidade (Alves & Lima, 2000).

2.2 Aspectos gerais da salinidade

2.2.1 Salinização dos solos

De acordo com Paz et al. (2000) o termo salinidade se refere à presença de sais solúveis no solo a ponto de prejudicar o rendimento econômico das culturas. A origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação do solo, que é um produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Durante a intemperização, os diversos constituintes das rochas são liberados na forma de compostos simples. O processo de salinização dos solos ocorre por diversos fatores. O mais freqüente é o de origem litológica. A geomorfologia também tem o seu papel, uma vez que a existência de depressões ou a baixa declividade pode promover a acumulação dos sais. Um outro fator que favorece a salinização dos solos é a baixa umidade atmosférica, associada a uma elevada demanda evaporativa das regiões áridas e semi-áridas. Além dos fatores naturais, a ação antrópica pode também induzir ou incrementar tal processo, principalmente com a utilização de água salina associada a uma irrigação inadequada, ou com uma

drenagem insuficiente em solos com baixa condutividade hidráulica (Fernandez et al., 1984; Queiroz et al., 1997; Orcutt & Nilsen, 2000).

O solo contém, normalmente, uma solução diluída de sais, de maneira que sua presença não dificulta a absorção de água pelas plantas. Parte destes sais é absorvida pelas raízes promovendo a nutrição mineral das plantas. Solos que contêm condutividade elétrica acima de $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$ devido aos sais solúveis são denominados solos salinos (Cavalcante et al., 2001).

Os principais sais solúveis encontrados nos solos salinos resultam da combinação dos ânions CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- e SO_4^{2-} com os cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ . O excesso desses sais, principalmente os sais de sódio, produz efeitos negativos que são, primordialmente, de dois tipos: diminuição do potencial osmótico da solução do solo e quebra da estrutura física do solo (Richards, 1954; Orcutt & Nilsen, 2000).

Embora a fonte principal e direta de todos os sais presentes no solo seja a intemperização das rochas são, raros os exemplos em que esta fonte de sais tenha provocado diretamente problemas relacionados com a salinidade do solo. A salinização do solo por este fenômeno é denominada salinização primária. A salinização secundária ocorre nos casos em que os problemas de salinidade são associados à água utilizada na irrigação, à drenagem, à presença de águas sub-superficiais, ricas em sais solúveis, e a pouca profundidade do solo (Dias et al., 2003).

Os solos situados em regiões semi-áridas quando submetidos à prática da irrigação apresentam grandes possibilidades de se tornarem salinos. Estimativas da FAO (2004) informam que dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo, aproximadamente 50% já apresentam problemas de salinização e que 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desse problema. Os solos salinos podem ser identificados pela presença de crosta branca de sal depositado em sua superfície, devido ao movimento ascendente da solução salina e à intensa evaporação do solo (Dias et al., 2003).

Estudos científicos têm demonstrado que práticas convencionais destinadas à solução do problema da salinização são onerosas e, na maioria das vezes, inviáveis sob o ponto de vista econômico. Assim, espécies tolerantes à salinidade passam, então, a se constituírem em alternativas viáveis para se conviver com problemas da salinidade induzida, além de re-incorporar os solos salinizados ao processo de produção agrícola (Paz et al., 2000).

2.2.2 Efeito da salinidade sobre as plantas

Os efeitos da acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos), reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

As plantas em solos salinos apresentam crescimento desuniforme e folhas de coloração verde-azulada, relativamente grossas, cerosas e, dependendo da concentração de sais existente no solo, apresentam regiões necrosadas (Queiroz et al., 1997). Dependendo do grau de salinização do solo e do tipo de planta, o estresse salino pode impedir a sobrevivência da cultura. A tolerância à salinidade difere entre espécies, entre cultivares e, para uma mesma cultivar, entre estádios do ciclo fenológico (Heenan et al., 1988).

As plantas superiores podem ser classificadas basicamente em dois tipos: halófitas, plantas que se desenvolvem naturalmente em solos com elevada concentração salina; e glicófitas, plantas que não são capazes de crescer e se desenvolver em solos com elevadas concentrações salinas (Marschner, 1990; Orcutt & Nilsen, 2000). Os efeitos do estresse salino nas plantas são classificados em primários e secundários. Os efeitos primários incluem: efeitos tóxicos específicos dos sais; danos na permeabilidade das membranas e desequilíbrio metabólico em nível de fotossíntese, respiração, anabolismo e catabolismo de aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos (Levitt, 1980). Os danos podem reduzir significativamente os rendimentos e sua magnitude depende do tempo, da concentração de íons, da tolerância das plantas e do uso da água pelas culturas. Normalmente, a toxicidade é provocada pelos íons cloreto, sódio e boro, entretanto, muitos outros micronutrientes são tóxicos às plantas, mesmo em pequenas concentrações (Dias et al., 2003).

O cloreto não é retido nem absorvido pelas partículas do solo, deslocando-se facilmente com a água do solo, mas é absorvido pelas raízes e translocado às folhas, onde se acumula pela transpiração. O primeiro sintoma de toxidez deste íon, evidenciado nas plantas, é a queima do ápice das folhas que, em estágios avançados, atinge as bordas e promove sua queda prematura nas culturas sensíveis. Os sintomas aparecem quando se alcançam concentrações de 0,3 a 1,0% de cloreto, em base de peso seco das folhas. A toxicidade do sódio é mais difícil de diagnosticar que a do cloreto, porém tem sido identificada claramente como

resultado de alta proporção de sódio na água. Ao contrário dos sintomas de toxicidade do cloreto, que têm início no ápice das folhas, os sintomas típicos do sódio aparecem em forma de queimaduras ou necrose, ao longo das bordas. As concentrações de sódio nas folhas alcançam níveis tóxicos após vários dias ou semanas e os sintomas aparecem, de início, nas folhas mais velhas e em suas bordas e, a medida em que o problema se intensifica, a necrose se espalha progressivamente na área internerval, até o centro das folhas. Para as culturas arbóreas, o nível tóxico nas folhas se encontra em concentrações acima de 0,25 a 0,50% de sódio, em base de peso de matéria seca (Gheyi et al., 2003).

Os efeitos secundários da salinidade incluem efeitos osmóticos e deficiência de nutrientes induzida pela competição do Na^+ e do Cl^- com os demais nutrientes minerais durante o processo de absorção (Levitt, 1980). O excesso de sal absorvido pelas plantas promove desequilíbrio iônico e danos ao citoplasma, refletido em injúrias, principalmente, nas bordas e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde por transpiração, principalmente água, havendo nestas regiões acúmulo do sal translocado do solo e intensa toxidez de sais (Lima, 1997).

2.2.3 Efeito da salinidade sobre o crescimento

A expansão e a aceleração da morte da célula ainda não têm sido bem elucidadas (Hasegawa et al., 2000). A redução no crescimento em resposta ao aumento da salinidade no meio de cultivo pode ser atribuída a um efeito direto dos íons Na^+ e Cl^- sobre processos fisiológicos importantes da planta (efeito tóxico), e a um efeito indireto, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, a qual pode induzir condições de estresse hídrico (Cruz, 2003).

A redução da altura das plantas, da área foliar e do acúmulo de matéria fresca e matéria seca, tanto da parte aérea como das raízes, são decorrentes das alterações no processo fotossintético (Bohra & Doerffling, 1993), na respiração (Schwarz & Gale, 1981), na transpiração (Richards, 1992) e na translocação de fotoassimilados (Bhivare & Chavan, 1987), além de desbalanço hídrico e/ou iônico no interior da planta (Greenway & Munns, 1980). Alterações na taxa fotossintética e transpiratória são resultantes, provavelmente, da diminuição da taxa de assimilação líquida de CO_2 (Akita & Cabuslay, 1990) provocada pelo fechamento dos estômatos em resposta ao baixo potencial da água do solo, decorrente da elevada concentração salina. Além disso, existem os possíveis efeitos tóxicos dos íons Na^+

e Cl⁻. Foi demonstrado, para sorgo (Bernstein et al., 1993; Barreto, 1997) e alface (Lazof et al., 1991), que os efeitos primários do estresse salino incluem redução na taxa de crescimento absoluto e relativo, na alocação de biomassa da folha, na suculência da folha, na razão área foliar e no índice de esclerofilia da folha. A salinidade pode reduzir a disponibilidade hídrica por causa de seu efeito sobre o potencial de água do solo, bem como, interferir na utilização da água pelas plantas visto que a área foliar, a transpiração e o crescimento são todos reduzidos (Richards, 1992). O estresse salino pode diminuir a taxa de expansão celular por reduções na extensibilidade da parede celular, como também pela redução na turgescência da célula (Neumann et al., 1988).

A inibição do crescimento da raiz pela salinidade reduz a área radicular efetiva e o volume de solo explorado. Por sua vez, ocorre uma limitação do crescimento da parte aérea devido ao decréscimo na absorção ou suprimento de nutrientes minerais essenciais e água (Davies & Zhang, 1991; Zidan et al., 1992). Com relação à sensibilidade dos órgãos vegetais à salinidade, alguns autores acreditam que a raiz está entre os primeiros órgãos afetados pelo estresse salino, sendo considerada a parte da planta mais sensível (Levitt, 1980; Zidan et al., 1990). A salinidade excessiva é capaz de promover decréscimos significativos na produção de matéria seca da parte aérea (Willadino et al., 1992; Azevedo Neto et al., 1996; Melo, 1997) e das raízes (Colmer et al., 1995), na área foliar efetiva (Osaki et al., 1991) e na taxa de crescimento relativo das plantas (Willadino et al., 1992).

Larcher (2004) afirma que os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais, de forma que a taxa de crescimento e a produção de biomassa podem servir de critérios para avaliar o grau de estresse e a capacidade da planta de superar o estresse salino. Segundo Nogueira (1997), mesmo em culturas que podem ser consideradas tolerantes, ocorre redução do crescimento em maior ou menor proporção com o incremento de NaCl. Essa autora relatou que, para a aceroleira, os efeitos restritivos da salinidade no crescimento devem-se ao aumento da resistência difusiva, impedindo dessa forma a entrada de CO₂, matéria-prima para a fotossíntese.

2.2.4 Efeito da salinidade sobre os aspectos ecofisiológicos

A caracterização das condições hídricas dos vegetais está intimamente relacionada com o teor de água nos tecidos. Uma maneira conveniente de expressar a deficiência de água nesses tecidos, particularmente em folhas, é por meio da medida do *status* de energia da água, ou seu potencial total (Slatyer, 1967). O estado energético da água na planta resulta da interação da demanda evaporativa atmosférica com o potencial da água no solo, densidade e distribuição do sistema radicular e processos fisiológicos (Kramer, 1969). Por outro lado, inúmeras variáveis fisiológicas, tais como teor de ácido abscísico, fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática, resistência estomática e déficit de pressão de vapor, são correlacionáveis com o potencial total de água na planta ou seus componentes (Hsiao, 1973).

A ocorrência da transpiração pode ser uma conseqüência da existência de um gradiente de potencial entre a folha e a atmosfera sendo, por isso, tanto mais intensa quanto maior for esse gradiente (Cairo, 1995). Se o fluxo de água do solo para a planta não atender à demanda atmosférica, poderá haver um declínio temporário da transpiração. Assim, a perda total de água por transpiração depende de fatores relacionados ao clima (temperatura do ar, radiação fotossinteticamente ativa e umidade relativa do ar), à planta (temperatura foliar) e ao solo (Ferri, 1985). A temperatura do ar está diretamente relacionada com a chegada de energia solar e o conseqüente aquecimento do solo; a radiação refere-se à quantidade de energia radiante num intervalo unitário de comprimento de onda que, numa dada direção, e num ângulo sólido unitário, atravessa, na unidade de tempo, uma unidade de área tomada perpendicularmente à direção considerada e a umidade relativa pode ser definida como sendo a relação entre a pressão real de vapor e a de saturação (Vianello & Alves, 2004).

A transpiração além de influenciar no processo de absorção e distribuição de água e sais minerais, contribui para o resfriamento da planta, em especial da folha, devido ao consumo de energia pela vaporização da água (Cairo, 1995). A perda dessa água por meio da transpiração pode ser controlada pelo fechamento dos estômatos, aumentando assim, a sua resistência estomática. Esse processo, entretanto, eleva a temperatura foliar (Luttge, 1997), concorrendo para a perda da turgescência dos tecidos. Na ausência de transpiração, a temperatura da folha pode chegar, inclusive, a um nível letal (Lambers et al., 1998).

A taxa de transpiração em folhas de plantas mantidas nas condições hídricas favoráveis é determinada principalmente por duas variáveis físicas: a radiação e o déficit de saturação e por uma variável fisiológica, a condutância estomática (Santos Filho, 1984). A abertura dos estômatos e a resistência estomática por ela imposta ao fluxo de vapor de água depende de vários fatores internos e externos às folhas. Para Meidner & Mansfield (1968), as interações entre o suprimento de água das plantas e os fatores do ambiente ocorrem quase sempre sob condições naturais. Larcher (2004) reporta que os estômatos são responsáveis pela grande limitação na taxa de absorção do CO₂ e que essa limitação é maior nas plantas C₄ que nas plantas C₃ e mais severa quando as plantas encontram-se sob condições de estresse.

Por meio da variação da abertura estomática, a planta controla o influxo de CO₂ na folha. Deve-se entender que, neste processo, as células estomáticas estão em constante movimento e que o poro estomático oscila, abrindo e fechando. Também está comprovado que, para uma mesma folha, nem todos os aparatos estomáticos estão ao mesmo tempo com uma mesma abertura. Sobretudo em situações de estresse, ocorre uma forte heterogeneidade na abertura estomática (Larcher, 2004).

Quantidade, distribuição, tamanho, forma e mobilidade do aparato estomático são características de uma espécie, as quais podem se alterar em função de adaptações às condições locais, podendo variar mesmo de indivíduo para indivíduo. A dimensão mais importante para a determinação da resistência estomática é a abertura do poro estomático. Portanto, a resistência estomática aumenta exponencialmente com a diminuição da abertura do poro, obedecendo a uma função hiperbólica. O inverso da resistência estomática é a condutância estomática, a qual é diretamente proporcional à abertura do poro estomático (Larcher, 2004).

Vários fatores ambientais influenciam o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos. O estabelecimento de parâmetros indicativos de tolerância a estresses abióticos em plantas pode melhorar a produção e ajudar a selecionar material genético mais resistente e produtivo. Várias pesquisas têm demonstrado que o estudo de variáveis fisiológicas como transpiração, resistência estomática, temperatura foliar e potencial hídrico, permitem diferenciar plantas tolerantes ao déficit hídrico (Nogueira et al. 1998). Portanto, estudos sobre trocas gasosas em frutíferas, envolvendo fixação do CO₂, transpiração e resistência estomática, vêm-se ampliando a partir da década de 80, em trabalhos direcionados para culturas

tropicais, como caju, goiaba, murici, cupuaçu, biribá, jenipapo e carambola (Nogueira et al., 2000).

Plantas sob condições salinas fecham os seus estômatos precocemente (O'Leary, 1975), e este fenômeno se deve à redução da permeabilidade das raízes à água, dando origem ao estresse hídrico. A resposta estomática usualmente ocorre antes da inibição da fotossíntese e restringe a disponibilidade de CO₂ nos sítios de assimilação no cloroplasto. O fechamento estomático é, provavelmente, a primeira linha de defesa da planta contra a dessecação, como também é o fator mais importante de controle da fixação do carbono. Limitações não estomáticas da fotossíntese têm sido atribuídas à redução na eficiência de carboxilação (Bethke & Drew, 1992; Robinson et al., 1997), a qual pode ser causada pela acumulação de sais no mesofilo, resultando em aumento na concentração intracelular de CO₂. Independentemente do tipo de limitação, a salinidade, além de afetar a fotossíntese, pode alterar o conteúdo relativo de água e o potencial hídrico foliar, a condutância estomática, a transpiração e a temperatura da folha (Sultana et al., 1999).

2.2.5 Efeito da salinidade sobre a nutrição mineral

A salinidade interfere na nutrição mineral das plantas, podendo levar a deficiências de alguns nutrientes essenciais e também à toxidez por outros. Diversos trabalhos com espécies vegetais de interesse agrônomo, tais como sorgo (El-Haddad & O'Leary, 1994; Barreto, 1997), milho (Alberico & Cramer, 1993), arroz (Bohra & Doerffling, 1993), feijão (Benloch et al., 1994), girassol (Francois, 1996) e tomate (Bezerra Neto, 1992), evidenciam que o estresse salino provoca distúrbios na absorção e distribuição da maioria dos nutrientes minerais essenciais, de tal forma que a nutrição e o crescimento da planta ficam comprometidos (Izzo et al., 1993).

O sódio é, em geral, o elemento mais abundante nos solos salinos (Borges & Oliveira, 2000). O aumento da concentração de íon Na⁺ é acompanhado, na maioria das vezes, de redução na absorção de K⁺ nos tecidos vegetais (Bohra & Doerffling, 1993; Khatum & Flowers, 1995). Este efeito antagônico entre os elementos minerais interfere diretamente na capacidade produtiva da maioria das glicófitas, entre elas, a bananeira.

A elevação do teor de íon Na⁺ nos tecidos das plantas sob estresse salino proporciona aumentos excessivos das relações Na⁺/K⁺, Na⁺/Ca²⁺ e Na⁺/Mg²⁺ (Rogers & Noble, 1992; Ullah et al., 1993; Araújo, 1994), conduzindo a distúrbios na

homeostase iônica (Bohnert et al., 1995). A relação Na^+/K^+ no tecido é usada como um índice que permite estimar a toxidez de Na^+ , uma vez que esse cátion inibe a atividade das enzimas dependentes de íon K^+ (Jeschke, 1984). A habilidade para manter uma relação Na^+/K^+ relativamente baixa no citoplasma e transportar o Na^+ e o Cl^- para longe dos sítios do metabolismo primário são duas das condições críticas para que ocorra o crescimento da planta em condições salinas (Rogers & Noble, 1992; Ullah et al., 1993; Araújo, 1994).

O potássio desempenha um papel fundamental na abertura e fechamento dos estômatos, além de participar da ativação de mais de 60 enzimas e da translocação de assimilados no floema (Faquin, 1994; Paiva, 1997). A carência deste nutriente mineral pode causar um decréscimo na taxa de fotossíntese (Paiva, 1997), ocasionando uma redução no crescimento das plantas.

O estresse salino pode promover tanto um aumento nos teores de cálcio e magnésio (Hocking, 1993), como pode conduzir ao decréscimo nas concentrações desses nutrientes essenciais nas plantas (Alberico & Cramer, 1993; Shannon & Noble, 1995). Esses resultados contraditórios estão relacionados ao uso de diferentes espécies vegetais, tais como o milho (Alberico & Cramer, 1993), guandu (Ashraf, 1994), sorgo (El-Haddad & O'Leary, 1994; Barreto, 1997) e feijão (Araújo, 1994), além da avaliação em distintos estádios de desenvolvimento, ao sistema de cultivo, a intensidade e a duração do estresse.

O cálcio atua, principalmente, nos limites do citoplasma. Ele forma ligações intermoleculares na parede celular e na membrana plasmática (Marschner, 1990), desempenhando um importante papel na estabilidade da parede celular e da plasmalema. Além disso, o cálcio age na regulação da transferência iônica para o interior das células dos vegetais cultivados em meio salino (Ashraf & Naqvi, 1992).

A salinidade pode interferir no processo de absorção de Ca^{2+} (Rengel, 1992), causando deficiência deste macronutriente (François, 1996). O excesso de Na^+ pode causar ruptura na integridade da membrana plasmática e inibir o transporte de Ca^{2+} no interior da raiz e a sua ascensão para a parte aérea (Cramer et al., 1985). A habilidade das células das raízes em absorver seletivamente íons Na^+ e a função das membranas como barreira contra perdas de íons das células, podem-se tornar severamente inibidas pelo decréscimo na concentração de Ca^{2+} no tecido (Boursier & Läuchli, 1990).

O papel mais conhecido do magnésio é a sua ocorrência no centro da molécula de clorofila. Entretanto, como uma alta proporção do magnésio total (cerca

de 70%) está livremente difusível, este íon pode ter uma atividade química muito maior do que qualquer outro cátion bivalente presente no citoplasma (Malavolta, 1980). O magnésio atua como cofator em quase todas as enzimas fosforilativas sendo, por isso, de grande importância no metabolismo energético (Taiz & Zeiger, 2004). Alternativamente, este íon é requerido para a integridade dos ribossomos e contribui efetivamente para a estabilidade estrutural dos ácidos nucléicos e membranas (Clarkson & Hanson, 1980). Dessa forma, o magnésio é um nutriente cuja deficiência afeta rapidamente todo o metabolismo da planta, conduzindo a uma redução no crescimento e na produção (Epstein, 1975).

Em plantas cultivadas em solos salinos, o cloreto (Cl^-) desempenha um papel importantíssimo, sendo um dos solutos que contribui para reduzir o potencial osmótico celular e facilitar a absorção de água (Chiesa, 1993). O cloro é absorvido pelas raízes e folhas na forma de cloreto e apresenta grande mobilidade na planta. O acúmulo excessivo desse ânion, entretanto, provoca clorose e necrose das folhas, ocasionando queda de produção (Marschner, 1990).

2.2.6 Mecanismos de tolerância à salinidade

Os efeitos da salinidade variam entre espécies e entre genótipos de uma mesma espécie, visto que algumas produzem rendimentos aceitáveis, em níveis relativamente altos de salinidade, enquanto outras são mais sensíveis. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas espécies, sendo capazes de absorver e acumular íons e utilizá-los na síntese de compostos orgânicos, além de terem maior capacidade de absorção de água, mesmo em potenciais osmóticos muito baixos. É muito útil essa variabilidade genética entre as plantas, por permitir a seleção de espécies e cultivares mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, em condições de salinidade (Ayers & Westcot, 1999).

A capacidade para sobreviver ao estresse é regida por mecanismos que conferem resistência e podem ser escape ou tolerância. Os mecanismos de escape envolvem reduzida atividade metabólica, levando a um estado de dormência. São aqueles que evitam a exposição ao estresse. Os mecanismos de tolerância, por sua vez, envolvem alta atividade metabólica sob estresse moderado, e baixa sob estresse severo, o que permite à planta suportar o estresse (Bray et al., 2000; Câmara & Willadino, 2005).

Uma planta pode ter vários mecanismos de tolerância e escape, ou uma combinação de ambos. Os mecanismos de resistência constitutivos expressam-se independente da planta estar sob estresse; eles constituem as adaptações. São progressos evolucionários que melhoram a adequação ambiental de uma população de organismos. Por outro lado, o ajuste de um organismo individual em resposta a variações de fatores ambientais constitui os mecanismos de resistência conhecidos como aclimatação (Bray et al., 2000). Durante a aclimatação um organismo altera sua homeostase para se acomodar a mudanças ambientais externas. A aclimatação é uma resposta fenotípica a diferentes combinações de características ambientais (Orcutt & Nilsen, 2000). A adaptação ao nível populacional, ou a aclimatação, ao nível de uma planta individual, ocorre por meio da combinação de processos comportamentais, morfológicos, anatômicos, fisiológicos e bioquímicos que, por sua vez, dependem de processos moleculares (Gaspar et al., 2002).

As respostas ao estresse salino variam amplamente dependendo do genótipo da planta. Enquanto algumas espécies apresentam elevada tolerância à salinidade, outras são altamente susceptíveis. Muitas halófitas apresentam mecanismos de exclusão de Na^+ e Cl^- em estruturas morfológicas como glândulas secretoras e pêlos vesiculares. As glândulas secretoras são estruturas presentes na epiderme e consistem de células basais altamente cutinizadas, enquanto que, as células excretoras propriamente ditas apresentam-se, praticamente, livres de cutina. As glândulas secretoras eliminam ativamente os sais presentes nas folhas. Os pêlos vesiculares, que são células epidérmicas modificadas, geralmente acumulam sais no protoplasto e morrem e, em seguida, são substituídos por novos pêlos. Outra alternativa é a abscisão de folhas velhas que acumulam consideráveis quantidades de sal (Willadino & Câmara, 2005).

Adicionalmente, para um mecanismo fisiológico específico, muitos caracteres fisiológicos podem estar implicados, envolvendo relações causais entre eles (Noble & Rogers, 1992). A primeira reação à salinidade das plantas glicófitas é a redução das taxas de expansão celular e vacuolar. Uma vez que o Na^+ e o Cl^- são acumulados no vacúolo, uma reduzida taxa de expansão forçará a manutenção de altos gradientes iônicos através do tonoplasto, requerendo aumento no controle da compartimentalização iônica para evitar a acumulação de concentrações potencialmente tóxicas desses íons no citoplasma (Binzel et al., 1988; Shannon & Noble, 1995). Esta acumulação iônica pode proteger as reações metabólicas

sensíveis ao sal, no citoplasma, e aumentar a osmolaridade da célula para superar o estresse osmótico (Ayala et al., 1994).

A seletividade iônica é caracterizada pela capacidade da planta de atuar contra a absorção de Na^+ e a favor do K^+ e de outros íons como Ca^{2+} e Mg^{2+} (Shannon, 1997; Zhu et al., 1998). A acumulação iônica, por sua vez, está centrada na capacidade da planta de compartimentalizar, ao nível de órgão, tecido ou célula, íons potencialmente tóxicos como o Na^+ e o Cl^- , minimizando seus efeitos (Boursier et al., 1987; Shannon & Noble, 1995).

Segundo Sykes (1992), a habilidade para excluir íons Cl^- parece ser independente da habilidade para excluir íons Na^+ . Rogers e Noble (1992) estudaram a distribuição do Cl^- em trevo e verificaram que este íon foi alocado principalmente nas folhas velhas e no pecíolo e, em menor proporção, nas folhas em expansão e recém expandidas.

Resultados de Gomes et al. (2001) indicam que, em bananeira, um dos mecanismos de tolerância é a compartimentalização de Na^+ nas raízes, evitando que esse cátion acumule-se nas folhas. Esse mecanismo minimiza os efeitos tóxicos no metabolismo foliar, sobretudo no processo fotossintético.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKITA, S.; CABUSLAY, G. S. Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.123, p.277-294, 1990.

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, v.16, n.11, p.2289-2303, 1993.

ALMEIDA, C.O. et al. Aspectos socioeconômicos. In: CORDEIRO, Z.M.P. **Banana produção: aspectos técnicos**, Brasília: EMBRAPA, 2000.

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA, 1997.

ALVES, E. J.; LIMA, M. B. Tratos culturais. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000.

ALVES, E.J.; OLIVEIRA, M.A. Escolha da área. In: **Banana para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA, 1997.

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.

ARAÚJO, F. C. **Sistema integrado de produção de banana pacovan, prata e comprida no Estado de Pernambuco**. Recife: IPA, 1997.

ARAÚJO, F. C.; LIMA, V. C. **Indicações técnicas sobre a cultura da bananeira em Pernambuco**. Recife: EMATER, 1992.

ARAÚJO FILHO, J. B. et al. Efeitos da salinidade no crescimento e no teor de nutrientes em cultivares de bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.3, p.417-422, 1995.

ASHRAF, M. Salt tolerance of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) at three stages. **Journal of Applied Biology**, Israel, v.124, p.153-164, 1994.

ASHRAF, M.; NAQVI, M. I. Growth and ion uptake of four *Brassica* species as affected by Na/Ca ratios in saline sand culture. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, New York, v.155, p.101-108, 1992.

AYALA, F. et al. Na⁺ - Stimulation of the vacuolar – ATPase in *Salicornia bigelovii*. **Plant Physiology**, Rockville, v.105, n.1, p.110, 1994. Supplement.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999. 153p.

AZEVEDO NETO, A. D. et al. Efeito do estresse salino sobre cultivares de milho: I. Produção e alocação de fitomassa. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DA CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 1996. CD-ROM.

BARRETO, L.P. **Estudo nutricional e bioquímico do sorgo** (*Sorghum bicolor* L. Moench) **sob estresse salino**. 1997. 179f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BENLLOCH, M. et al. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in bean plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.166, p.117-123, 1994.

BERNSTEIN, N. et al. Growth and development of sorghum leaves under conditions of NaCl stress. **Planta**, Berlin, v.191, p.433-439, 1993.

BETHKE, P.C.; DREW, M.C. Stomatal and non-stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annum* during progressive exposure to NaCl salinity. **Plant Physiology**, Mineapolis, v.99, p.219-226, 1992.

BEZERRA NETO, E. **Salt tolerance in tomatoes**. Bangor,1992. 161p. Ph.D. Thesis. University College of North Wales.

BHIVARE, V. N.; CHAVAN, P. D. Effects of salinity on translocation of assimilates in french bean. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.102, p.295-297, 1987.

BINZEL, M. L. et al. Intracellular compartmentation of ions in salt adapted tobacco cells. **Plant Physiology**, Rockville, v.86, p.607-614, 1988.

BOHNERT, H. J. et al. Adaptations to environmental stresses. **The Plant Cell**, Rockville, v.7, p.1099-1111, 1995.

BOHRA, J. S.; DOERFFLING, K. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.152, p.299-303, 1993.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000.

BORGES, A. L. et al. Exigências edafoclimáticas. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000.

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

BOURSIER, P.; et al. Chloride partitioning in leaves of salt-stresses sorghum, maize, wheat and barley. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.14, p.463-473, 1987.

BRAY, E.A. et al. Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & Molecular Biology of Plant**. Rockeville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.1158-1203.

CAIRO, P.A.R. **Curso básico de relações hídricas de plantas**. Vitória da Conquista: UESB, 1995. 32p.

CÂMARA, T.R.; WILLADINO, L. Compreendendo o estresse abiótico *in vitro*. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.et al. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: MXM Gráfica e Editora, 2005. Parte 5, cap.29, p.325-335.

- CAVALCANTE, L. F. et al. **Solo e meio ambiente nas áreas irrigadas**. Areia, n.8, p.1-40, 2001. (Boletim Técnico Científico)
- CHIESA, A. Tolerancia a la salinidad de cultivares de tomatera durante la germinación. **Investigation Agronomy: Production Vegetal**, v.8, p.341-349, 1993.
- CLARKSON, D. T.; HANSON, J. B. The mineral nutrition of higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.31, p.239-298, 1980.
- COLMER, T. D. et al. Differential solute regulation in leaf blades of various ages in salt-sensitive wheat and a salt-tolerant wheat x *Lophopyrum elongatum* (Host) A. Löve Amphiploid. **Plant Physiology**, Rockville, v.108, p.1715-1724, 1995.
- CORDEIRO, Z. J. M.; ALMEIDA, C. O. **Banana para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2000.
- CRAMER, G. R. et al. Displacement of Ca^{2+} by Na^+ from the plasmalemma of roots cells. A primary response to salt stress? **Plant Physiology**, Rockville, v.79, p.207-211, 1985.
- CRUZ, J.L. Produção e participação de matéria seca e abertura estomática do limoeiro cravo submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, 2003.
- DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. S. Classificação botânica, origem e evolução. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.12-16.
- DANTAS, J.L.L.et al. **Citogenética e melhoramento genético da bananeira** (*Musa* spp). Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1993. 61p.
- DAVIES, W. J.; ZHANG, J. Root signals and the regulation of the growth and development of plants in drying soil. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.42, p.55-76, 1991.
- DIAS, N. S., et al. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 2003. 118p. (Série didática nº 013)
- EL-HADDAD, H. M. E. S.; O'LEARY, J. W. Effects of salinity and K/Na ratio of irrigation water on growth and solute content of *Atriplex amnicola* and *Sorghum bicolor*. **Irrigation Science**, New York, v.14, p.127-133, 1994.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 344p.
- FAO. Statistical databases: agriculture 2004. Roma: 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>> Acesso em: 21 jun. 2006.
- FAO. Statistical databases: agriculture 2005. Roma: 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>> Acesso em: 21jun. 2006.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994.

FERNANDEZ, J. G. et al. Aplicación de mejoradores químicos en suelos salinos. **Agroquímica y alimentaria**, v.30, p.17-20, 1984.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo:EPU, 1985. v.1, 362p.

FRANÇOIS, L. E. Salinity effects on four sunflower hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, p.215-219, 1996.

GASPAR, T. et al. Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissue cultures. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.37, p.263-285, 2002.

GHEYI, H.R. et al. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 2003. 118p.

GOMES, E. W. F. et al. The effects of salinity on five banana genotypes. In: HORST, W. J. **Plant nutrition: food security and sustainability of agro-ecosystems**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. p.410-411.

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

HASEGAWA, P.M. et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.51, p.463-499, 2000.

HEENAN, D. P. et al. Salinity tolerance in rice varieties at different growth stages. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.28, p.343-349, 1988.

HOCKING, P. J. Distribution and redistribution of mineral nutrients and dry matter in grain sorghum as affected by soil salinity. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, n.9, p.1753-1774, 1993.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Stanford, v.24, p. 519-570, 1973.

IZZO, R. et al. Influence of NaCl treatment on Ca, K and Na interrelations in maize shoots. In: FRAGOSO, M. A. C.; BEUSICHEM, M. L. **Optimization of plant nutrition**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.577-582.

JESCHKE, W. D. K^+ - Na^+ exchanges at cellular membranes, intracellular compartmentation of cations, and salt tolerance. In: STAPLES, R. C.; TOENNIESSEN, G. H. **Salinity tolerance in plants: strategies for crop improvement**. New York: John Wiley and Sons, 1984. p.37-66.

KHATUM, S.; FLOWERS, T. J. Effects of salinity on seed set in rice. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.18, p.61-67, 1995.

KRAMER, P.J. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis**. New York: McGraw-Hill Book, 1969. p.347-390.

- LAMBERS, H. et al. **Plant physiological ecology**, New York: Springer, 1998. 540p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2004.
- LAZOF, D. et al. Growth and development of the *Lactuca sativa* shoot as affected by NaCl stress: consideration of leaf developmental stages. **Botanical Gazette**, Chicago, v.152, p.72-76, 1991.
- LEVITT, J. **Response of plants to environmental stress**. New York: Academic Press, p.365-488, 1980.
- LIMA, L. A. Efeito de sais no solo e na planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA. 1997, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 1997.113p.
- LUTTGE, U. Interaction of stress factors and the midday-depression in plants with C₃ – photosynthesis. **Physiological Ecology of Tropical Plants**, New York: Springer, p.122-124, 1997.
- MACEDO, L. S. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: EMEPA, 1988 (Comunicado técnico, 38).
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MANICA, I. **Bananas: do plantio ao amadurecimento**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1998.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 4 ed. London: Academic Press, 1990. 674p.
- MEIDNER, H.; MANSFIELD, T.A. **Physiology of stomata**, London: Mc Graw-Hill, 1968. 179p.
- MELO, P. C. S. **Seleção de genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) tolerantes à salinidade**. 1997. 96f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- NEUMANN, P. M. et al. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. **Plant Physiology**, Rockville, v.88, p.233-237, 1988.
- NOBLE, C. L.; ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, p.99-107, 1992.
- NOGUEIRA, R.J.M.C. **Expressões fisiológicas da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC) em condições adversas**. 1997. 205f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

NOGUEIRA, R.J.M.C. et al. Transpiração e potencial hídrico foliar em aceroleiras (*Malpighia emarginata*) cultivadas na zona semi-árida de Pernambuco. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.3, n.2, p.75-81, 1998.

NOGUEIRA, R.J.M.C. et al. Comportamiento estomático y tensión de água em el xilema de dos genótipos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) cultivados bajo estrés hídrico. **Investigación Agrária**, Madrid, v.15, n.3, 2000.

O'LEARY, J. W. High umidity overcomes lethal levels of salinity in hidroponically grown salt-sensitive plants. **Plant and Soil**, Dorchecht, v.42.p.717-721, 1975.

ORCUTT, D. M.; NILSEN, E, T. **The physiology of plants under stress-soil and biotic factors**. New York : John Wiley and Sons, 2000.

OSAKI, M. K.; et al. Productivy among high-yielding crops. **Soil Science Plant Nutrition**, Tokyo, v.37, p.331-339, 1991.

PAIVA, R. **Fisiologia vegetal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.

PAZ, V. P. S. et al. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, 2000.

QUEIROZ, J. E. et al. Avaliação e melhoramento da salinidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 26. 1997, Campina Grande: **Anais...** Campina Grande: UFPB, 1997. p.69-111.

RENGEL, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.15, p.625-632, 1992.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954.

RICHARDS, R. A. Increasing salinity tolerance of grain crops: is it worthwhile? **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, p.89-98, 1992.

ROBINSON, M.F. et al. How can stomata contribute to salt tolerance? **Annals of Botany**, London, v.80, p.387-393, 1997.

ROGERS, M. E.; NOBLE, C. L. Variation in growth and ion accumulation between two selected populations of *Trifolium repens* L. differing in salt tolerance. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, p.131-136, 1992.

SANTOS FILHO, B.G. **Parâmetros biofísicos e fisiológicos associados à economia da água em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) submetidas a estresse hídrico**. 1984. 158f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SANTOS, J. G. R.; GHEYI, H. Crescimento da bananeira Nanica sob diferentes qualidades de água de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, v.28, p.339-349, 1993.

SCHWARZ, M.; GALE, J. Maintenance respiration and carbon balance of plants at low levels of sodium chloride salinity. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.32, p.93-941, 1981.

SHANNON, M. C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.60, p.76-199, 1997.

SHANNON, M. C.; NOBLE, C. L. Variation in salt tolerance and ion accumulation among subterranean clover cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 35, p.798-804, 1995.

SLATYER, R.O. **Plant-water relationships**. London: Academic Press, 1967.

SOUZA, J. S.; TORRES FILHO, P. Aspectos socioeconômicos. In: ALVES, E. J. A. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA, 1997.

SULTANA, N. et al. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v.42, p.211-220, 1999.

SYKES, S. R. The inheritance of salt exclusion in woody perennial fruit species. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, p.123-129, 1992.

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

TAL, M. Genetics of salt tolerance in higher plants: theoretical and practical considerations. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.89,p.199-226, 1985.

ULLAH, S. M. Et al. Ion uptake, osmoregulation and plant-water relations in faba beans (*Vicia faba* L.) under salt stress. **Die Bodenkultur**, Viena, v.44, n.4, p.291-301, 1993.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa:UFV, 2004. 449p.

WILLADINO, L. et al. Tolerancia de cultivares de maiz a la salinidad en diferentes fases de desarrollo. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS, 4., 1992, Alicante, **Anais...** Alicante: Universidad de Alicante, 1992. p.487-494.

WILLADINO, L.G.; CÂMARA, T.R. Tolerancia das plantas à salinidade: Fisiologia, Genética e Melhoramento. In: WORKSHOP: USO E REUSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR – REALIDADES E PERSPECTIVAS, 1., 2005, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2005. p.508-535.

ZHU, J. et al. Genetic analysis of salt tolerance in *Arabidopsis*: evidence for a critical role of potassium nutrition. **Plant Cell**, Rockville, v.10, p.1181-1191, 1998.

ZIDAN, I. et al. Does salinity reduce growth in maize root epidermal cells by inhibiting their capacity for cell wall acidification? **Plant Physiology**, Rockville, v.93, p.7-11, 1990.

ZIDAN, I. et al. Does salinity inhibit maize leaf growth by reducing tissues concentrations of essential mineral nutrients? **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.15, p.1407-1419, 1992.

4. TRABALHO 1

CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO¹

¹Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Botânica – PPGB/UFRPE e será enviado para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB.

CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO

Gilberto de Souza e Silva Júnior⁽¹⁾, Lilia Willadino⁽¹⁾ e Terezinha Rangel Câmara⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Biologia, Rua D. Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, PE. E-mail: gilbertojunior26@hotmail.com, lilia@truenet.com.br; ⁽²⁾UFRPE, Departamento de Química. E-mail: tkrcamara@bol.com.br.

Resumo - Dez genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp), 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 selecionar genótipos diplóides de bananeira com tolerância diferenciada à salinidade utilizando, como parâmetros indicadores as variáveis de crescimento. A salinidade provocou, na maioria dos genótipos estudados, reduções significativas em quase todas as variáveis analisadas; destacando-se área foliar (AF), biomassa seca (limbo, pseudocaule e raiz), alocação de biomassa nos diferentes órgãos (limbo, pseudocaule e raiz) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR). O genótipo Tungia apresentou maior sensibilidade ao estresse salino imposto em 48% das variáveis biométricas avaliadas e o genótipo Lidi apresentou tolerância em 60% dessas variáveis. Os demais genótipos apresentaram grau de tolerância intermediário.

Palavras-chave: *Musa* spp, salinidade, produção relativa matéria seca, variáveis biométricas.

GROWTH OF DIPLOID BANANA GENOTYPES SUBJECTED TO SALT STRESS

Abstract -Ten diploid genotypes of banana plants (*Musa* spp), taken from plant tissue cultures, were grown in a nutrient solution with and without the addition of NaCl (0 and 100 mol.m⁻³). The experiment was carried out in the greenhouse with an entirely randomized design, 3 replications and a 10 x 2 factorial arrangement. The aim of the study was to select diploid genotypes of banana plants with different tolerance to salinity, using growth variables as indicator parameters. In most of the genotypes studied, salinity caused significant reductions in nearly all the variables analyzed, especially leaf area (LA), dry matter (stalk, pseudostem and root), allocation of biomass to the different organs (stalk, pseudostem and root), and absolute (AGR) and relative growth rate (RGR). The Tungia genotype presented the greatest sensitivity to imposed saline stress in 48% of the biometric variables evaluated. The Lidi genotype presented tolerance in 60% of these variables. The remaining genotypes presented intermediate degrees of tolerance.

Key words: *Musa* spp, salinity, relative dry matter production, biometric variables.

Introdução

A bananeira (*Musa spp*) é cultivada nas regiões tropicais e sub-tropicais, abrangendo mais de 100 países do mundo. No Brasil, a cultura da bananeira ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas e consumidas no país e a terceira posição em área colhida (FAO, 2004). A produção brasileira de banana está distribuída por todo território nacional, sendo a Região Nordeste a principal produtora representando 34% da produção nacional, seguida da Região Norte (26%), Sul (10%) e Centro-Oeste (6%) (IBGE, 2005). Todavia, a cultura da bananeira apresenta significativa limitação de produção em áreas com solos afetados por sais devido ao manejo e à qualidade da água de irrigação (Gomes et al., 2005).

A salinidade do solo, associada a sodicidade, é um problema de extensão mundial. Ocorre principalmente nas regiões de clima árido e semi-árido, onde se constitui em fator limitante da produção agrícola. As principais causas dos processos de salinização das áreas agricultáveis nas regiões áridas e semi-áridas são decorrentes da baixa precipitação pluviométrica, alta evaporação, material de origem dos solos, irrigação e drenagem inadequadas (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 a superação das disparidades regionais. Assim, a caracterização e avaliação de genótipos diplóides de bananeiras, 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 sobre a contribuição dos diversos processos fisiológicos no comportamento das mesmas. O estado fenológico em que o estresse

é aplicado é de fundamental importância para a seleção de genótipos com tolerância à salinidade, porque possibilita uma melhor expressão das diferenças intraespecíficas.

A produção relativa de biomassa seca tem sido indicada como um dos parâmetros mais realístico de tolerância, haja vista sua relação significativa com a produção (Aslam et al., 1993). A maioria das plantas glicófitas cultivadas não apresenta adaptação a solos com níveis elevados de sais. A seleção de plantas tolerantes a esta condição de estresse pode promover o aumento na produção das culturas, bem como incorporar ao sistema de produção, áreas abandonadas pelo avançado processo de salinização. Selecionar genótipos diplóides de bananeira capazes de produzir respostas indicadoras de tolerância em ambientes salinos é uma tarefa complexa, nas quais interagem 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 maior produção de biomassa seca.

Com base no exposto, este trabalho objetivou selecionar genótipos diplóides de bananeira com tolerância diferenciada à salinidade, utilizando variáveis de crescimento como parâmetros indicadores.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife, de 06 a 27/09/2004. Durante o período experimental, as médias da temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa foram de 29,1°C, 55,5% e 67,05 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente. Foram utilizadas mudas micropropagadas de dez genótipos diplóides de bananeira (Nyarmo Yik, Thong Dok Mak, Berlim, Pisang Ceylan, Tungia, Madu, Lidi, Ouro, Malbut e Calcuttá), obtidas do banco de germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical – CNPMF/EMBRAPA, Cruz das Almas – BA (Tabela 1).

Tabela 1. Relação dos genótipos submetidos ao estresse salino.

Nº de Ordem	Nome do Acesso	Código	Sinonímia	Origem/Procedência
1	Nyarmo Yik	BRA002984/SF248	-	Nova Guiné
2	Thong Dok Mak	BRA004472/SF712	Palen Berry	Tailândia
3	Berlim	BRA004952/SF907	Trimulin	Indonésia
4	Pisang Ceylan	-	-	-
5	Tungia	-	-	Indonésia
6	Madu	-	-	Honduras
7	Lidi	-	Lilim	Honduras
8	Ouro	BRA003042/SF286	Kirun	Nova Guiné
9	Malbut	BRA002674/SF217	-	Nova Guiné
10	Calcuttá	-	Burmannica	Jamaica

Fonte: Silva et al. (1999)

As mudas com aproximadamente 15 cm de altura foram plantadas em sacos de polietileno preto, contendo, aproximadamente, 10 kg de areia lavada e peneirada e utilizada como substrato. A aclimação dessas mudas foi feita em telado com sombrite, com 70% de retenção dos raios solares, durante 15 dias. Este procedimento foi adotado para que as mudas se restabelessem do estresse ocasionado durante o transporte das mesmas e passassem a emitir novas raízes e folhas. Durante todo o período de aclimação em telado, as mudas 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 (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. 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 mudas. As médias da condutividade elétrica das soluções nutritivas

(CE_{sn}) dos tratamentos e do pH das mesmas 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, e determinadas utilizando condutivímetro Analyser – 600 e 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 por vaso, o que equivale a 1,2 vezes a capacidade de retenção de água do substrato. 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 inteiramente casualizado com três repetições, em um arranjo fatorial 10 x 2 (genótipos x níveis de salinidade), totalizando 60 unidades experimentais.

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 $mol.m^{-3}$ 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% da testemunha no mesmo nível de salinidade. Os demais foram considerados moderadamente tolerantes. Para obtenção das variáveis de crescimento foram realizadas medições semanais: do número de folhas (NF), através de contagem; do diâmetro do pseudocaule (θPC), utilizando-se um paquímetro, tendo como referência o local do pseudocaule identificado por uma fita colorida colocada a 5 cm da superfície do substrato; da altura da planta (ALT), com o auxílio de uma fita métrica, levando-se em consideração o comprimento compreendido entre a fita colorida utilizada como referência para obtenção do diâmetro do pseudocaule 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 do comprimento da folha pelo fator de correção 0,7 (modificado de Moreira, 1987). Por ocasião da coleta, aos vinte e um

dias de tratamento, foram coletados, separadamente, limbo foliar, pseudocaule e raízes + rizoma e medidas as biomassas frescas (limbo foliar - BFL, pseudocaule - BFPC e raízes + rizoma - BFRR) utilizando-se uma balança digital com precisão de 0,01 g. As raízes + rizoma foram submetidas a uma lavagem rápida em água corrente para retirada do excesso de substrato e, em seguida, enxugadas com papel toalha, a fim de retirar o excesso de água. As partes fracionadas (parte aérea e raízes + rizoma) foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel devidamente identificados. Em seguida, todo o material vegetal foi posto para secar em estufa de aeração forçada a 65°C até peso constante, para posterior obtenção das biomassas secas (limbo foliar - BSL, pseudocaule - BSPC e raízes + rizoma - BSRR) utilizando-se também uma balança digital com a mesma precisão.

Foram calculados, segundo Benincasa (2003): alocação da biomassa nos diferentes órgãos (limbo foliar - ABL, pseudocaule - ABPC e raízes + rizoma - ABRR); suculência nos diferentes órgãos (limbo foliar - SCL, pseudocaule - SCPC e raízes + rizoma - SCRR); razão de área foliar (RAF); índice de esclerofilia (IE); taxa de assimilação líquida (TAL); razão parte aérea:raízes (PA/RR); taxa de crescimento absoluto (TCA); e taxa de crescimento relativo (TCR). As maneiras de cálculo foram:

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

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

$$\text{Razão de área foliar} = \text{AF}_f / \text{MS}_f$$

$$\text{Índice de esclerofilia} = \text{MS}_{\text{folha}} / \text{AF}_f$$

$$\text{Taxa de assimilação líquida} = [(\log_e \text{AF}_f - \log_e \text{AF}_i) / t] \times [(\text{MS}_f - \text{MS}_i) / (\text{AF}_f - \text{AF}_i)]$$

$$\text{Razão parte aérea:raízes} = \text{BSPA} / \text{BSRR}$$

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

$$\text{Taxa de crescimento relativo} = (\log_e \text{ALT}_f - \log_e \text{ALT}_i) / t$$

Onde: $\text{MS}_{\text{órgão}}$ é biomassa seca nos diferentes órgãos; MS_{total} é biomassa seca total; MS_{folha} é biomassa seca do limbo foliar; MS_i corresponde a biomassa seca total inicial; MS_f é biomassa

seca total final; $MF_{\text{órgão}}$ é biomassa fresca nos diferentes órgãos; AF_i é área foliar inicial; AF_f é área foliar final; ALT_f é altura final da planta; ALT_i é altura inicial da planta; BSPA é biomassa seca da parte aérea; BSRR é biomassa seca das raízes + rizoma; \log_e é o logaritmo neperiano e t é a duração dos tratamentos salinos.

Os resultados das variáveis de crescimento foram analisados estatisticamente por meio do programa SANEST (Zonta & Machado, 1984), procedendo-se à análise de variância e correlação simples e aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para a comparação das médias. Para a variável alocação de biomassa nos diferentes órgãos, a análise de variância foi realizada utilizando-se a transformação arco seno da raiz ($X/100$).

Resultados e discussão

A produção relativa da biomassa seca da parte aérea (PR) das plantas variou entre 41 e 74% (Tabela 2). Esta amplitude de variação indica que os genótipos apresentaram resposta bastante diferenciada ao estresse salino. Alberico & Cramer (1993), trabalhando com híbridos de milho, observaram que a PR da biomassa seca total das plantas submetidas a 80 mol.m^{-3} de NaCl variou entre 57 e 76%, quando comparada com o controle (0 mol.m^{-3} de NaCl). Por outro lado, plantas de variedades de feijão cultivadas em 70 mol.m^{-3} de NaCl, exibiram produções relativas entre 38 e 59% (Araújo, 1994). Já Barreto et al. (1995), estudando o comportamento de materiais genéticos de sorgo, verificaram que as produções relativas oscilaram de 22 a 59%, quando as plantas foram irrigadas com solução nutritiva contendo 100 mol.m^{-3} de NaCl. Esta variabilidade de resultados está, provavelmente, associada a diferenças interespecíficas, bem como a outras variáveis, incluindo a intensidade e duração do estresse, métodos culturais, temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação, além da idade das plantas (Azevedo Neto, 1997).

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

GENÓTIPOS	PR em % (100 mol.m ⁻³ de NaCl)
NYARMO YIK	58,27
THONG DOK MAK	57,17
BERLIM	67,00
PISANG CEYLAN	58,46
TUNGIA	41,01**
MADU	64,58
LIDI	74,22*
OURO	46,15**
MALBUT	61,05
CALCUTTÁ	66,71

* valores de PR enquadrados dentro dos critérios de tolerância.

** valores de PR enquadrados dentro dos critérios de sensibilidade.

O genótipo Lidi apresentou PR superior a 70% em 100 mol.m⁻³ de NaCl. Desta forma, este genótipo possui maior tolerância ao estresse salino. Já os genótipos Ouro e Tungia, apresentaram PR inferiores a 50%, caracterizando maior sensibilidade.

Dados da literatura revelam que a caracterização de tolerância e sensibilidade ao estresse salino é realizada através de critérios estabelecidos arbitrariamente. Maas & Hoffman (1977) estabeleceram que produções relativas acima de 80% são indicadoras de tolerância, ao passo que entre 0 e 50% indicam sensibilidade. Já Fageria (1985) classificou plântulas de arroz como tolerantes e sensíveis, quando as mesmas apresentaram produções relativas de 80 a 100% e 0 a 40%, respectivamente. Por outro lado, diversos autores utilizaram como critério de tolerância e sensibilidade o fato do genótipo exibir, respectivamente, maior ou menor produção relativa, dentre o universo dos genótipos avaliados no trabalho (Aslam et al., 1993; Alberico & Cramer, 1993; Araújo, 1994; Barreto et al., 1995).

A adição de cloreto de sódio (NaCl) à solução nutritiva provocou reduções significativas no número de folhas (NF) apenas nos genótipos Berlim, Tungia, Madu e Thong

Dok Mak, da ordem de 20%; 17%, 14% e 13%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (Tabela 3). O número de folhas já foi avaliado em gravioleira submetida ao nível de 150 mol.m^{-3} de NaCl (Ebert, 1998), em arroz submetido a condutividades elétricas de 16,7 a $23,3 \text{ dS.m}^{-1}$ (Fageria, 1991), em bananeiras Pacovan e Nanicão submetidas aos níveis de 50 e 100 mol.m^{-3} de NaCl (Silva Júnior, 2003) e em mangabeira (Albuquerque, 2004) submetida ao nível de 100 mol.m^{-3} de NaCl, constatando-se decréscimo na quantidade de folhas em todos os casos. Essa variável, entretanto, não é apontada como um bom parâmetro para indicar tolerância à salinidade, já que uma planta pode ter seu número total de folhas reduzido, mas ter aumentado a área de cada folha, o que compensaria uma possível perda de área fotossinteticamente ativa.

Por sua vez, o diâmetro do pseudocaule (θ PC) foi reduzido em quase todos os genótipos estudados, merecendo destaque o genótipo Tungia que apresentou uma redução da ordem de 26% (Tabela 3). Com relação ao diâmetro do pseudocaule, poucos são os trabalhos encontrados na literatura, possivelmente devido ao fato desse não ser um parâmetro importante para indicar tolerância à salinidade entre materiais genéticos. Os resultados deste trabalho corroboram com os obtidos por Araújo Filho et al. (1995), os quais verificaram reduções significativas (18 a 31%) no diâmetro do pseudocaule nas cultivares Nanicão e Pacovan, submetidas as soluções salinas (NaCl) com condutividades elétricas de 6,60 a $10,75 \text{ dS.m}^{-1}$.

O mesmo aconteceu para a altura de plantas (ALT), em que mereceram destaque os genótipos Ouro e Tungia, com reduções da ordem de 38% (Tabela 3). Reduções da altura das plantas em resposta ao estresse salino foram observadas em sorgo submetido aos níveis de 50 e 100 mol.m^{-3} de NaCl (Barreto, 1997); em quatro híbridos de girassol sob condutividade elétrica de $8,0 \text{ dS.m}^{-1}$ (François, 1996); em milho (Saneoka et al., 1995; Azevedo Neto, 1997), arroz (Khan et al., 1992) e tomate (Bezerra Neto et al., 1995), submetidos a condutividade elétrica de $12,0 \text{ dS.m}^{-1}$; em bananeira cultivada em solo salinizado artificialmente ($\text{CE}_{\text{ext}} =$

6,60 dS.m⁻¹ e CE_{ext} = 10,75 dS.m⁻¹) (Araújo Filho et al., 1995; Silva Júnior, 2003); em gravioleira, submetida ao nível de 150 mol.m⁻³ de NaCl (Ebert, 1998), e em mangabeira, sob condutividade elétrica de 10 dS.m⁻¹ (Albuquerque, 2004).

A salinidade, além de afetar a altura da geração atual pode também interferir na altura das gerações futuras (Miao et al., 1991). Segundo Benincasa (2003), a altura das plantas é um dos parâmetros menos susceptíveis às variações ambientais. No caso do estresse salino, isto parece ser bastante discutível.

Todos os genótipos apresentaram redução significativa da área foliar (AF), destacando-se os genótipos Thong Dok Mak e Ouro, que apresentaram reduções acima de 50% em relação ao tratamento controle (Tabela 3). Efeitos deletérios da salinidade sobre a área foliar também foram previamente relatados por Richards (1992). Em bananeira cultivada em solo salinizado artificialmente (CE_{ext} = 10,75 dS.m⁻¹), a redução foi da ordem de 42% (Araújo Filho et al., 1995; Silva Júnior, 2003); em milho (80 mol.m⁻³ de NaCl), atingiu 52% (Hasaneen et al., 1994); e em mangabeira (CE_{ext} = 10 dS.m⁻¹), atingiu 47% aos 30 dias de exposição ao tratamento salino (Albuquerque, 2004).

A área foliar apresentou correlação positiva significativa na maioria dos genótipos estudados, com as biomassas secas dos limbos foliares (BSL), dos pseudocauls (BSPC) e das partes aéreas (BSPA) e com as taxas de assimilação líquida (TAL), indicando alto grau de relação direta entre essas variáveis (Anexo 2). A área foliar é a superfície de captação dos raios solares, ou seja, o sistema assimilatório de luz e CO₂, que pelo processo fotossintético serão convertidos em biomassa e energia metabólica. Uma reduzida área foliar pode levar a uma menor taxa de assimilação líquida e menor razão de área foliar, que em conjunto conduzem à redução na taxa de crescimento relativo (Akita & Cabuslay, 1990). A área foliar mostrou ser um parâmetro confiável para avaliar tolerância ao sal, pois constataram-se diferenças intergenotípicas neste parâmetro. Por outro lado, a redução da elongação foliar em

decorrência do baixo potencial osmótico do solo ocasionado pelo estresse salino pode ser um mecanismo de sobrevivência que permite a conservação de água.

Tabela 3. Número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (θ PC), altura de plantas (ALT) e área foliar (AF) em genótipos diplóides de bananeira submetidos ao estresse salino por um período de 21 dias.

GENÓTIPOS	VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS							
	NF		θ P (cm)		ALT (cm)		AF (cm ²)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)							
	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	1322,11 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 bA	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	8,58		1,91		20,16		1984,21	
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, ao nível de 5% de probabilidade.

Dentre os genótipos estudados, o Lidi foi o único que não apresentou reduções significativas nas biomassas frescas do limbo foliar (BFL), do pseudocaule (BFPC) e total (BFT), merecendo destaque também os genótipos Tungia e Ouro que apresentaram reduções entre 54 e 62%. Já com relação às biomassas frescas das raízes + rizoma (BFRR), apenas os genótipos Berlim, Madu e Lidi não apresentaram reduções significativas, merecendo destaque, mais uma vez, o genótipo Tungia que apresentou a maior redução nessa variável, da ordem de 53%, em relação ao tratamento controle (Tabela 4). Na literatura consultada, a biomassa fresca não foi abordada por quaisquer dos autores. Provavelmente essa variável seja mais adequada para estudos de plantas em condições climáticas controladas, uma vez que o

teor de água retida no vegetal depende do balanço entre a água absorvida do solo e a água perdida pela transpiração. Geralmente, 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 (Cavalcanti et al., 2001).

Tabela 4. Biomassas frescas do limbo foliar (BFL), do pseudocaule (BFPC), das raízes + rizoma (BFRR) e total (BFT) em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.

GENÓTIPOS	VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS							
	BFL (g)		BFPC (g)		BFRR (g)		BFT (g)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)							
	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 bAB	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	59,53		70,10		60,94		190,59	
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, ao nível de 5% de probabilidade.

A salinidade também provocou reduções significativas na biomassa seca em todos os genótipos estudados, com exceção do Lidi, simultaneamente nas variáveis biomassas secas do limbo foliar (BSL), do pseudocaule (BSPC), das raízes + rizoma (BSRR) e total (BST) (Tabela 5). Mereceram destaque, mais uma vez, os genótipos Tungia e Ouro que apresentaram reduções entre 48 e 59%. Os demais genótipos apresentaram reduções significativas, mas inferiores a 50%. Com relação a biomassa seca das raízes + rizoma

(BSRR), os genótipos Thong Dok Mak, Tungia, Pisang Ceylan, Ouro e Calcuttá apresentaram reduções significativas em relação ao tratamento controle da ordem de 36% a 54%. Os demais genótipos não sofreram alterações significativas para essa variável. Diferenças genotípicas com relação ao acúmulo de biomassa seca sob estresse salino já foram amplamente registradas na literatura, em sorgo (Boursier & Lauchli, 1990; Yang et al., 1990; Barreto et al., 1995; Barreto, 1997) e mangabeira (Albuquerque, 2004) quando submetidos a concentrações de 50 e 100 mol.m⁻³ de NaCl; em milho submetido a 80 mol.m⁻³ (Alberico & Cramer, 1993); em arroz (Fageria, 1991), feijão (Araújo, 1994) e goiabeira (Ferreira, 1998) submetidos a 60 mol.m⁻³ de NaCl e em capim-elefante quando submetido ao nível de salinidade de 15 dS.m⁻¹ (Dantas, 2004).

Em bananeira, particularmente, foram observadas reduções na produção de biomassa seca nas cultivares Pacovan e Nanicão (Silva Júnior, 2003) e em outros sete genótipos triplóides estudados anteriormente pelo grupo de pesquisa (Gomes et al., 2005) quando submetidos a 100 mol.m⁻³ de NaCl.

As variáveis biomassas secas do limbo foliar (BSL) e do pseudocaule (BSPC) apresentaram correlações positivas significativas na maioria dos genótipos com as variáveis: altura de plantas (ALT), suculência do pseudocaule (SCPC), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), indicando alto grau de relação direta entre essas variáveis (Anexo 2).

Tabela 5. Biomassas secas do limbo foliar (BSL), do pseudocaule (BSPC), das raízes + rizoma (BSRR) e total (BST) em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.

GENÓTIPOS	VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS							
	BSL (g)		BSPC (g)		BSRR (g)		BST (g)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)							
	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	7,37		3,73		3,04		14,13	
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, ao nível de 5% de probabilidade.

O excesso de salinidade é capaz de promover decréscimos significativos na produção de biomassa seca da parte aérea (Willadino et al., 1992; Melo, 1997; Azevedo Neto & Tabosa, 1999), das raízes (Colmer et al., 1995), da área foliar efetiva (Osaki et al., 1991) e da taxa de crescimento relativo das plantas (Schwarz & Gale, 1984; Willadino et al., 1992). A redução na produção de biomassa seca da parte aérea parece refletir o efeito deletério do aumento da salinidade sobre a área foliar. Uma redução na área foliar pode implicar em uma redução da capacidade fotossintética do vegetal que se traduz numa menor produção de biomassa. Por sua vez, a alongação da raiz é dependente da expansão de células jovens, produzidas continuamente pelos tecidos meristemáticos dos ápices radiculares (Zidan et al., 1990; Azaizeh et al., 1992). Tal expansão é bastante comprometida pela salinidade. Assim, as reduções na produção de biomassa seca das raízes + rizoma, aqui constatadas, podem ser possivelmente atribuídas ao declínio na taxa de expansão celular por reduções na

extensibilidade da parede celular bem como pela redução na turgescência celular (Neumann et al., 1988). A inibição do crescimento da raiz pode limitar o crescimento da parte aérea (limbo foliar e pseudocaule) pela redução na absorção de nutrientes minerais essenciais e água (Davies & Zhang, 1991; Zidan et al., 1992).

A inibição do crescimento pelo sal é também consequência do desvio de energia metabólica destinada ao crescimento para a sua manutenção, isto é, a redução na biomassa seca pode refletir o custo metabólico de energia associado à adaptação à salinidade. Aí pode-se incluir a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células, a síntese de solutos compatíveis para a osmorregulação e/ou proteção de macromoléculas e a manutenção da integridade das membranas. Assim, a menor redução no crescimento do genótipo tolerante pode estar associada, entre outros fatores, a um menor custo energético para osmorregulação, o qual pode ser conseguido através da acumulação e compartimentalização de solutos inorgânicos no vacúolo e solutos compatíveis no citoplasma (Orcutt & Nilsen, 2000).

A salinidade provocou reduções significativas na alocação de biomassa dos limbos foliares (ABL) nos genótipos Nyarmo Yik, Berlim, Ouro e Lidi, da ordem de 9 a 14% em relação ao tratamento controle (Tabela 6). O maior investimento de fotoassimilados em órgãos fotossinteticamente ativos do vegetal pode levar a uma maior produtividade e deste modo contribuir para aumentar a tolerância aos estresses ambientais. Com relação às alocações das biomassas nos pseudocaulos (ABPC) e nas raízes + rizoma (ABRR), apenas o genótipo Ouro apresentou um incremento, da ordem de 15%, quanto à primeira, e os genótipos Nyarmo Yik e Berlim incrementos da ordem de 23 a 30% quanto à segunda. A literatura referente à alocação de biomassa em plantas cultivadas, principalmente em bananeira, sob estresse salino, é bastante escassa, não obstante a sua importância para o estudo da translocação dos fotoassimilados entre os diversos órgãos da planta. Neste trabalho, os genótipos de bananeira crescidos em condições de estresse salino, apresentaram tendência

ao aumento na alocação de biomassa nas raízes + rizoma, com conseqüente redução nas folhas. Entre os órgãos, entretanto, as folhas tiveram a maior participação percentual com relação à biomassa seca total da planta. Esses fenômenos também foram verificados por Araújo (1994) quando submeteu plântulas de feijão em condições de estresse salino.

A salinidade também provocou uma redução significativa na suculência do limbo foliar (SCL) no genótipo Thong Dok Mak da ordem de 25% e na suculência do pseudocaule (SCPC), em todos os genótipos, destacando-se o Berlim por ter apresentado uma redução da ordem de 21% (Tabela 6). Já a suculência das raízes + rizoma (SCRR) não sofreu alteração significativa em quaisquer dos genótipos estudados. Na maioria dos genótipos avaliados neste trabalho, observou-se maior suculência nas raízes + rizoma, contrastando com os trabalhos de Moons et al. (1995), onde observaram que genótipos de arroz tolerantes ao estresse salino apresentaram maior suculência na parte aérea que nas raízes, quando cultivados em concentrações salinas superiores a 50 mol. m⁻³ de NaCl. Marcum & Murdoch (1994), trabalhando com gramíneas forrageiras tolerantes e sensíveis à salinidade, também observaram uma maior suculência nos tecidos da parte aérea das variedades tolerantes.

Tabela 6. Alocação de biomassas no limbo foliar (ABL), no pseudocaule (ABPC) e nas raízes + rizoma (ABRR) e suculências no limbo foliar (SCL), no pseudocaule (SCPC) e nas raízes + rizoma (SCRR) em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.

GENÓTIPOS	VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS											
	ABL (%)		ABPC (%)		ABRR (%)		SCL (gH ₂ O.g ⁻¹ MS)		SCPC (gH ₂ O.g ⁻¹ MS)		SCRR (gH ₂ O.g ⁻¹ MS)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)											
	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
NYARMO YIK	53,86 aABC	48,05 bBC	21,73 aC	20,16 aD	24,35 bABC	31,56 aAB	6,82 aA	6,20 aBC	19,17 aBC	15,47 bCDE	19,44 aABC	16,08 aCD
T.D.MAK	49,31 aBC	47,94 aBC	25,53 aABC	24,91 aBCD	25,11 aAB	27,15 aBC	6,96 aA	5,25 bC	19,37 aABC	16,02 bABCD	18,97 aABC	16,91 aBCD
BERLIM	47,37 aC	40,92 bD	21,20 aC	20,38 aD	31,40 bA	38,61 aA	7,07 aA	6,74 aABC	18,17 aBC	14,44 bDE	15,47 aC	13,88 aD
TUNGIA	52,59 aABC	51,30 aABC	30,21 aA	30,09 aAB	17,19 aCD	18,54 aDEF	6,92 aA	7,47 abA	19,10 aBC	17,52 bABC	24,00 aA	25,22 aA
MADU	58,33 aA	56,99 aA	27,85 aAB	28,02 aABC	13,73 aD	14,94 aEF	7,69 aA	7,02 aAB	18,12 aBC	15,74 bBCDE	21,10 aABC	22,33 aAB
P.CEYLAN	57,39 aA	53,96 aAB	28,57 aAB	31,95 aA	14,01 aD	14,07 aF	7,91 aA	8,02 aA	21,65 aA	18,21 bA	23,88 aAB	25,17 aA
MALBUT	57,27 aA	53,87 aAB	23,78 aBC	24,31 aCD	18,93 aBCD	21,81 aCDE	7,33 aA	6,85 aAB	18,12 aC	15,95 bABCD	22,36 aAB	19,67 aABCD
OURO	54,60 aAB	48,13 bBC	25,89 bABC	29,89 aABC	19,35 aBCD	21,91 aCD	7,59 aA	7,39 aAB	18,90 aBC	15,48 bCDE	18,05 aBC	20,47 aABC
LIDI	49,56 aBC	45,22 bCD	30,15 aA	31,20 aA	20,26 aBCD	23,55 aCD	6,58 aA	6,24 aBC	20,46 aAB	18,02 bAB	19,18 aABC	17,83 aBCD
CALCUTTÁ	53,68 aABC	53,44 aAB	26,67 aABC	27,45 aABC	19,64 aBCD	19,08 aDEF	6,38 aA	7,23 aAB	15,28 aD	13,42 bE	19,65 aABC	19,47 aABCD
MÉDIA	45,97		30,93		27,59		6,98		17,43		19,96	
CV (%)	3,220		4,404		6,844		8,198		4,947		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, ao nível de 5% de probabilidade.

A salinidade provocou um incremento significativo na razão de área foliar (RAF), apenas no genótipo Tungia da ordem de 46% (Tabela 7), em consequência de uma maior redução na produção de biomassa seca, que na área foliar. Fato também verificado em mangabeira (Albuquerque, 2004), que teve um incremento da RAF da ordem de 31%, em relação ao tratamento controle, quando submetida a uma condutividade elétrica de 10 dS.m⁻¹. Nos demais genótipos, o incremento da salinidade na solução nutritiva não produziu efeito significativo na razão de área foliar, indicando que o efeito do estresse salino na área foliar foi de mesma intensidade que na produção de biomassa seca. Totawat & Mehta (1985) verificaram em genótipos de milho e sorgo que, independente da espécie, área foliar, altura e produção de biomassa seca foram maiores nas plantas que exibiram menor razão de área foliar. Cultivares com razão de área foliar maior apresentam elevada transpiração

umentando, concomitantemente, a demanda de água e a produção de tecido vegetal na parte aérea, uma vez que fisiologicamente a água exerce funções variadas e essenciais para a manutenção do metabolismo dos vegetais. Por conseguinte, a participação da razão de área foliar na tolerância ao estresse salino pode ser explicada devido à superfície evapotranspiratória da planta em relação à massa de tecido estar diretamente relacionada com a demanda de água (Akita & Cabuslay, 1990).

Reduções significativas ocorreram no índice de esclerofilia (IE) nos genótipos Tungia e Pisang Ceylan da ordem de 29% e 23%. O índice de esclerofilia não demonstrou ser um parâmetro adequado para indicar o efeito do cloreto de sódio e para diferenciar genótipos quanto ao grau de tolerância ao estresse salino. Na literatura consultada, o índice de esclerofilia não foi abordado por quaisquer dos autores. Talvez tal variável seja mais adequada para estudos de plantas suculentas, as quais aumentam a espessura foliar em função do acúmulo de substâncias inorgânicas e orgânicas.

Observou-se redução na taxa de assimilação líquida (TAL) em todos os genótipos, destacando-se o Ouro por ter apresentado uma redução da ordem de 61% (Tabela 7). Os resultados neste trabalho corroboram com os de Azevedo Neto (1997), que encontrou reduções significativas na taxa de assimilação líquida em milho da ordem de 18% e 23% nos genótipos tolerante e sensível, respectivamente; e com os de Barreto (1997) que encontrou reduções da ordem de 18%, 27% e 30% em genótipos de sorgo tolerante, mediano e sensível, respectivamente. Tendo em vista que um dos componentes do efeito da salinidade é o efeito osmótico e que o “déficit hídrico” afeta também as trocas gasosas, principalmente através da redução no potencial hídrico, causando redução no potencial de turgor, fechamento estomatal e redução na taxa de assimilação de carbono (Baruch, 1994), pode-se atribuir ao componente osmótico as reduções na TAL aqui observadas.

A salinidade não provocou alterações significativas na razão biomassa das partes aéreas: biomassa das raízes + rizoma (PA/RR) em nenhum dos genótipos (Tabela 7). Os

resultados deste trabalho diferem dos obtidos por Azevedo Neto (1997), nos quais a adição de cloreto de sódio na solução nutritiva reduziu a razão parte aérea:raiz em 28 e 22%, em genótipos de milho tolerante e sensível, respectivamente. Outras gramíneas têm respondido semelhantemente, quando crescidas em ambientes salinos, como no caso o sorgo (Barreto et al., 1995), o arroz (Moons et al., 1995), a forrageira *Sporobolus virginicus* (Naidoo & Mundree, 1993) e o capim-tanzânia (Paez et al., 1995).

A salinidade provocou reduções significativas nas taxas de crescimento absoluto (TCA), na maioria dos genótipos, com exceção dos genótipos Madu e Lidi. Este último apresentou tendência a redução de apenas 36%, enquanto que o *Tungia* apresentou redução de 72%. Reduções significativas na taxa de crescimento absoluto de 63% (genótipo tolerante), 81% (genótipo mediano) e 72% (genótipo sensível), em sorgo, foram constatadas por Barreto (1997). Já Azevedo Neto (1997) verificou reduções significativas da ordem de 46% e 81%, respectivamente, na taxa de crescimento absoluto em genótipos de milho tolerante e sensível.

As reduções nas taxas de crescimento relativo (TCR) ocorreram em todos os genótipos, merecendo destaque o genótipo Malbut por ter apresentado uma redução da ordem de 71% (Tabela 7). Schwarz & Gale (1984) verificaram que plantas de milho cultivadas em 50 mol.m⁻³ de NaCl apresentaram valores de taxa de crescimento relativo equivalentes a 67% de suas respectivas testemunhas. Efeitos negativos da salinidade sobre a taxa de crescimento relativo de milho também foram encontrados por Erdei & Taleisnik (1993) e Azevedo Neto (1997). Outros trabalhos também têm demonstrado que o estresse salino promove a queda da taxa de crescimento relativo em diversas culturas, como sorgo (Barreto, 1997), arroz (Akita & Cabuslay, 1990), feijão (Younis et al., 1994) e tomate (Alarcon et al., 1994).

Tabela 7. Razão de área foliar (RAF), índice de esclerofilia (IE), taxa de assimilação líquida (TAL), razão parte aérea:raízes (PA/RR) 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											
	RAF (cm ² .g ⁻¹ MS)		IE (g MS.cm ⁻²)		TAL (mg MS. cm ⁻² .dia ⁻¹)		PA/RR		TCA (mm.dia ⁻¹)		TCR (mm. mm ⁻¹ .dia ⁻¹)	
	CONCENTRAÇÃO DE NaCl (mol.m ⁻³)											
	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
NYARMO YIK	262,07 aA	275,27 aB	0,0038 aA	0,0038 aAB	0,21 aA	0,12 bA	3,14 aCD	2,25 aEF	5,77 aABC	2,17 bAB	0,30 aA	0,13 bAB
T.D.MAK	263,78 aA	229,33 aB	0,0038 aA	0,0044 aA	0,23 aA	0,12 bA	3,01 aCD	2,69 aDEF	5,43 aABCD	2,73 bAB	0,32 aA	0,19 bA
BERLIM	263,24 aA	250,03 aB	0,0039 aA	0,0040 aA	0,19 aA	0,08 bA	2,21 aD	1,61 aF	4,30 aABCD	1,63 bAB	0,31 aA	0,13 bAB
TUNGIA	290,68 bA	423,04 aA	0,0035 aA	0,0025 bB	0,19 aA	0,09 bA	4,82 aAB	4,46 aBC	6,57 aA	1,83 bAB	0,33 aA	0,12 bAB
MADU	238,33 aA	269,97 aB	0,0043 aA	0,0037 aAB	0,18 aA	0,13 bA	6,40 aA	5,79 aAB	3,00 aD	1,67 aAB	0,25 aA	0,15 bAB
P.CEYLAN	230,02 aA	295,22 aB	0,0044 aA	0,0034 bAB	0,23 aA	0,12 bA	6,15 aA	6,14 aA	6,43 aAB	3,90 bA	0,30 aA	0,19 bA
MALBUT	276,53 aA	294,87 aB	0,0036 aA	0,0034 aAB	0,17 aA	0,09 bA	4,29 aBC	3,58 aCDE	3,73 aCD	0,93 bB	0,21 aA	0,06 bB
OURO	263,09 aA	302,43 aB	0,0038 aA	0,0033 aAB	0,18 aA	0,07 bA	4,31 aBC	3,58 aCDE	3,97 aBCD	1,17 bB	0,23 aA	0,10 bAB
LIDI	258,67 aA	279,40 aB	0,0038 aA	0,0036 aAB	0,22 aA	0,10 bA	3,95 aBC	3,26 aCDE	4,10 aABCD	2,60 aAB	0,22 aA	0,13 bAB
CALCUTTÁ	261,53 aA	300,79 aB	0,0039 aA	0,0033 aAB	0,18 aA	0,10 bA	4,10 aBC	4,27 aBCD	4,37 aABCD	2,07 bAB	0,28 aA	0,15 bAB
MÉDIA	276,41		0,0037		0,15		4,00		3,42		0,20	
CV (%)	15,675		14,259		16,858		14,764		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.

Dentre os genótipos avaliados, o Tungia apresentou maior sensibilidade ao estresse salino, em relação aos demais genótipos, em 48% das variáveis biométricas avaliadas, dentre elas: diâmetro do pseudocaule, altura de plantas, biomassa fresca e seca nos diferentes órgãos e índice de esclerofilia. A biomassa seca merece destaque por ter apresentado reduções superiores a 50%. Por outro lado, o genótipo Lidi enquadrrou-se no grupo que apresentou menores reduções nas variáveis biométricas avaliadas. Em relação a esses dois genótipos, não foram encontradas diferenças significativas entre as plantas controle e as submetidas ao estresse salino para variáveis importantes, como: biomassa seca do limbo foliar (BSL), biomassa seca do pseudocaule (BSPC), biomassa seca das raízes + rizoma (BSRR), biomassa seca total (BST) e taxa de crescimento absoluto (TCA).

Os demais genótipos apresentaram variações comportamentais diferenciadas ao estresse salino. Os genótipos Nyarmo Yik, Thong Dok Mak e Malbut apresentaram maior redução para algumas variáveis, enquanto, os genótipos Berlim, Ouro e Calcuttá comportaram-se ora com maior redução, ora com menor redução para algumas variáveis. Em decorrência dessas variações, esses genótipos foram enquadrados no grupo intermediário quanto à tolerância à salinidade.

Esses dados contribuíram para a classificação dos genótipos Lidi como tolerante e Tungia como sensível, dentro do grupo de genótipos estudados. O Lidi seria genótipo promissor a ser integrado aos programas de melhoramento genético para obtenção de cultivares tolerantes a salinidade e, que atendam a demanda de mercado e promovam melhoria socioeconômica nas regiões marginalizadas em decorrência do processo de salinização.

Referências bibliográficas

AKITA, S.; CABUSLAY, G.S. Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.123, p.277-294, 1990.

ALARCON, J.J.; et al. Growth and osmotic adjustment of two tomato cultivars during and after saline stress. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.166, p.75-82, 1994.

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**, v.16, n.11, p.2289-2303, 1993.

ALBUQUERQUE, M. B. **Efeito dos estresses hídrico e salino na germinação, crescimento inicial e relações hídricas da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2004. 78f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

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.

ARAÚJO FILHO, J. B. et al. Efeitos da salinidade no crescimento e no teor de nutrientes em cultivares de bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.19, n.3, p.417-422, 1995.

ASLAM, M. et al. A rapid screening technique for sal tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). **Plant and Soil**, The Hague, v.150, n.1, p.99-107, 1993.

AZAIZEH, H. et al. Effects of NaCl and CaCl₂ on water transport across cells of maize (*Zea mays* L.) seedlings. **Plant Physiology**, Rockville, v. 99, p. 886-894, 1992.

AZEVEDO NETO, A. D. **Estudo do crescimento e distribuição de nutrientes em plântulas de milho submetidas ao estresse salino**. 1997. 134f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Avaliação de tolerância à salinidade em cultivares de milho na fase de plântula. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Resumos...** Recife: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1999. 272p.

BARRETO, L. P. **Estudo nutricional e bioquímico do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob estresse salino**. 1997. 203f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BARRETO, L. P. et al. Resposta de dois genótipos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ao estresse salino. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 11., 1995, Natal. **Resumos ...** Natal: UFRN, 1995. p. 66.

BARUCH, Z. Responses to drought and flooding in tropical forage grasses: I. Biomass allocation leaf growth and mineral nutrients. **Plant and Soil**, The Hague, v.164, p.87-96, 1994.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BEZERRA NETO, E. et al. Resposta de dois genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) ao estresse salino cultivado em meio hidropônico. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 11., 1995, Natal. **Resumos...** Natal: UFRN, 1995. p.73.

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

CAVALCANTI, A. T. et al. Estudo comparativo das relações hídricas entre mudas enxertadas de cajueiro anão precoce clone CCP76 sobre porta-enxertos CCP06 e CCP09. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001.

COLMER, T. D. et al. Differential solute regulation in leaf blades of various ages in salt-sensitive wheat and a salt-tolerant wheat x *Lophopyrum elongatum* (Host) A. Löve Amphiploid. **Plant Physiology**, Rockville, v.108, p.1715-1724, 1995.

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.

DASGAN, H.Y. et al. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. **Plant Science**, Limerich, n.163, p.695-703, 2002.

DAVIES, W. J.; ZHANG, J. Root signals and the regulation of the growth and development of plants in drying soil. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p.55-76, 1991.

EBERT, G. Growth ion uptake and gas exchange of two *Annona* species under salt stress. v.72, **Angewandte Botanik**, London, p.61-65, 1998.

ERDEI, L.; TALEISNIK, E. Changes in water relation parameters under osmotic and salt stresses in maize and sorghum. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v.89,p.381-387, 1993.

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, The Hague, v.88, p.237-243, 1985.

FAGERIA, N. K. Tolerance of rice cultivars to salinity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.281-288, 1991.

FAO. Statistical databases: agriculture 2004. Roma: 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>> Acesso em: 21 jun. 2006.

FERREIRA, R. G. **Efeito do estresse salino sobre o crescimento, composição química e respostas fisiológicas da goiabeira**. 1998. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FRANÇOIS, L. E. Salinity effects on four sunflower hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, p.215-219, 1996.

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.

GOMES, E. W. F. et al. Variedades de bananeira tratadas com água salinizada em fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n. suplemento, p.31-36, 2005.

HASANEEN, M. N. A. et al. Growth, carbohydrates and associated invertase and amylase activities in castor bean and maize as affected by netribuzin and NaCl. **Biologia Plantarum**, Pragues, v.36, n.3, p.451-459, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 28 nov.2005.

KHAN, H. R. et al. Effects of gypsum, Zn, and intermittent saline irrigation on the growth, yield, and nutrition of rice plants grown in a saline soil. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.38, n.3, p.421-429, 1992.

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

MARCUM, K. B.; MURDOCH, C. L. Salinity tolerance mechanisms of six C₄ turfgrasses. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 4, p. 779-784, 1994.

MELO, P. C. S. **Seleção de genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) tolerantes à salinidade**. Recife, 1997. 96f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

- MIAO, S. L. et al. Resistance of maternal nutrient effects in *Plantago major* the third generation. **Ecology**, Tempe, v.72, p.1634-1642, 1991.
- MOONS, A. et al. Molecular and physiological responses to abscisic acid and salts in rice on salt sensitive and salt tolerance indica rice varieties. **Plant Physiology**, Rockville, v. 107, n. 1, p. 177-186, 1995.
- MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987.
- NAIDOO, G.; MUNDREE, S. G. Relationship between morphological and physiological responses to waterlogging and salinity in *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth. **Oecologia**, New York, v.93, p. 360-366, 1993.
- NEUMANN, P. M. et al. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. **Plant Physiology**, Rockville, v.88, p.233-237, 1988.
- ORCUTT, D. M.; NILSEN, E. T. **The physiology of plants under stress-soil and biotic factors**. New York: John Wiley and Sons, 2000.
- OSAKI, M. K.; et al. Productivity among high-yielding crops. **Soil Science Plant Nutrition**, Tokyo, v.37, p.331-339, 1991.
- PAEZ, A. et al. Water stress and clipping management effects on guineagrass: I. Growth and biomass allocation. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, p.698-706, 1995.
- RICHARDS, R. A. Increasing salinity tolerance of grain crops: is it worthwhile? **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, p.89-98, 1992.
- SANEOKA, H. et al. Salt tolerance of glycinebetaine-deficient and containing maize lines. **Plant Physiology**, Rockville, v.107, p.631-638, 1995.
- SCHWARZ, M.; GALE, J. Growth response to salinity at high levels of carbon dioxide. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.35, n.151, p.193-196, 1984.
- 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.
- SILVA, S. O. et al. **Catálogo de germoplasma de bananeira** (*Musa* spp). Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 152p.
- TOTAWAT, K. L.; MEHTA, A. K. Salt tolerance of maize and sorghum genotypes. **Annals of Arid Zone**, Rajasthan, v.24, n.3, p.229-236, 1985.
- WILLADINO, L. et al. Tolerancia de cultivares de maiz a la salinidad en diferentes fases de desarrollo. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS, 4., 1992, Alicante. **Anais...** Alicante: Universidad de Alicante, 1992. p.487-494.
- YANG, Y. W. et al. Salinity tolerance in *Sorghum*: I. Whole plant response to sodium chloride in *S. bicolor* e *S. halepense*. **Crop Science**, Madison, v.30, p.775-781, 1990.

YOUNIS, M. E. et al. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions: XVII. Influence of different water treatments on stomatal apparatus, pigments and photosynthetic capacity in *Vicia faba*. **Journal of Arid Enviroments**, London, v.25, p.221-232, 1994.

ZIDAN, I. et al. Does salinity reduce growth in maize root epidermal cells by inhibiting their capacity for cell wall acidification? **Plant Physiology**, Rockville, v.93, p.7-11, 1990.

ZIDAN, I. et al. Does salinity inhibit maize leaf growth by reducing tissues concentrations of essential mineral nutrients? **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.15, p.1407-1419, 1992.

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

4. TRABALHO 2

COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO¹

¹Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Botânica – PPGB/UFRPE e será enviado para publicação na Revista Acta Botanica Brasilica.

COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO¹

Gilberto de Souza e Silva Júnior^{2,3}

Lilia Willadino^{2,3}

Terezinha Rangel Câmara^{2,3}

RESUMO – (Comportamento estomático em genótipos diplóides de bananeira submetidos ao estresse salino). Dez genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp) 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. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento estomático desses genótipos ao estresse salino, correlacionando às variáveis ambientais e de crescimento. Durante o período experimental, a temperatura do ar variou de 27,7 a 30,4°C, a umidade relativa do ar de 46,2 a 64,8% e a radiação fotossinteticamente ativa de 24,54 a 109,57 µmol.m⁻².s⁻¹. A salinidade provocou redução da transpiração (E) e aumento da resistência difusiva (Rs) e da temperatura foliar (Tfol), em todos os genótipos, interferindo na biomassa seca total (BST), área foliar (AF) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR). O genótipo Tungia apresentou maior sensibilidade ao estresse salino que o Lidi.

Palavras-chave: *Musa* spp, salinidade, transpiração, resistência difusiva, temperatura foliar

ABSTRACT – (Stomatic behavior in diploid genotypes of banana plant subjected to salt stress). Ten diploid genotypes of banana plant (*Musa* spp) were cultivated in a nutrient 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 assess the stomatic behavior of these genotypes under salt stress, correlating environmental and growth variables. Throughout the experimental period, air temperature ranged from 27.7 to 30.4°C, relative humidity ranged from 46.2 to 64.8% and photosynthetically active radiation ranged from 24.54 to 109.57 µmol.m⁻².s⁻¹. Salinity caused a reduction in transpiration (E) as well as an increase in diffusive resistance (Rs) and leaf temperature (Tfol) in all the genotypes, affecting total dry matter (TDM), leaf area (LA), absolute growth rate (AGR) and relative growth rate (RGR). The Tungia genotype presented greater sensitivity to salt stress when compared to the Lidi genotype.

Key words: *Musa* spp, salinity, transpiration, diffusive resistance, leaf temperature

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor com auxílio da CAPES¹ – E-mail:gilbertojunior26@hotmail.com

Programa de Pós-Graduação em Botânica², Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais³ – UFRPE, Recife, PE.

Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor de banana, com produção de aproximadamente, 6,6 milhões de toneladas (FAO 2005). Cerca de 90% da produção é comercializada no mercado interno, o que torna o Brasil o maior consumidor mundial dessa fruta.

A bananeira é cultivada em todos os estados brasileiros e tem grande importância social e econômica pelo importante papel que desempenha na alimentação, na fixação de mão-de-obra no meio rural e na geração de divisas para o país (Rosa Júnior 2000). Na região semi-árida brasileira os perímetros irrigados destacam-se como as áreas de maior produção da cultura (Araújo & Lima 1992). Estes perímetros, entretanto, vêm apresentando problemas crescentes de salinização, reduzindo a produtividade da cultura (Macedo 1988). Um dos fatores que favorece a salinização dos solos é a baixa umidade atmosférica, associada à elevada demanda evaporativa das regiões áridas e semi-áridas. Além dos fatores naturais, a ação antrópica pode também induzir ou incrementar tal processo, principalmente com a utilização de água salina associada a uma irrigação inadequada e/ou a uma drenagem deficiente (Orcutt & Nilsen 2000; Willadino & Câmara 2004).

De acordo com a FAO (2003), a área total de solos salinos é de 397 milhões de hectares e de solos sódicos, 434 milhões de hectares em nível global. Dos atuais 230 milhões de hectares irrigados, 45 milhões de hectares são afetados por sais (19,6%) e, de quase 1,5 bilhões de hectares de cultivo de sequeiro, 32 milhões são afetados por sais (2,1%), em vários graus por ação antrópica. No Brasil, principalmente na região Nordeste, cerca de 30% das áreas de projetos públicos de irrigação estão com problemas de salinidade (Bernardo 1997).

A salinização dos solos resulta em efeitos adversos sobre as plantas pela toxidez resultante da alta concentração salina e por reduzir o potencial osmótico do solo. Plantas sob condições salinas fecham os seus estômatos precocemente, como mecanismo de defesa, em resposta à redução da permeabilidade das raízes à água, dando origem ao estresse hídrico. A resposta estomática usualmente ocorre antes da inibição da fotossíntese e restringe a disponibilidade de CO₂ nos sítios de assimilação no cloroplasto. Esse mecanismo de defesa é, provavelmente, o fator mais importante de controle da fixação do carbono. Limitações não estomáticas da fotossíntese têm sido atribuídas à redução na eficiência de carboxilação, a qual pode ser causada pela acumulação de sais no mesófilo, resultando em alterações na concentração intracelular de CO₂ (Larcher 2004). Independentemente do tipo de limitação, a salinidade afeta a fotossíntese, o conteúdo relativo de água, o potencial hídrico foliar, a condutância estomática e/ou resistência difusiva, a transpiração e a temperatura foliar (Sultana *et al.* 1999).

A transpiração das plantas tende a aumentar quando o gradiente de pressão de vapor entre a folha e o ar atmosférico se eleva. Alguns autores verificaram que o aumento do déficit de pressão de vapor, quando a planta se encontra sob estresse hídrico/salino, reduz o fluxo de vapor de água do interior da câmara sub-estomática para a atmosfera, causando uma redução na transpiração (Thomas *et al.* 2000).

Estudos no comportamento estomático de genótipos com potencial agrícola têm sido utilizados para caracterizar genótipos quanto à tolerância a situações de estresses abióticos, a fim de auxiliar o trabalho de seleção para o melhoramento genético vegetal (Nogueira *et al.* 2002). Embora essas informações sejam oferecidas na literatura de uma forma bem generalizada, não são encontrados registros de estudos envolvendo trocas gasosas e relações hídricas em diplóides de bananeira, genótipos fundamentais para o melhoramento genético.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento estomático em genótipos diplóides de bananeira submetidos ao estresse salino, correlacionando às variáveis ambientais e de crescimento.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, em Recife, de 06 a 27/09/2004. 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), provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical – CNPMF, 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, utilizada como substrato. A aclimação dessas mudas foi feita em telado com sombrite, com 70% de retenção dos raios solares, durante 15 dias para que as mudas se restabelessem do estresse ocasionado durante o transporte e passassem a emitir novas raízes e folhas. Durante todo o período de aclimação em telado, as mudas 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 mudas 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. As médias da condutividade elétrica das soluções nutritivas (CE_{sn}) 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 condutivímetro Analyser – 600 e o pH medido com potenciômetro Orion model 410A.

Após a diferenciação dos tratamentos, as plantas foram irrigadas por gotejamento, em apenas um turno de rega diária correspondendo aproximadamente a 400 mL por vaso, o que equivale a 1,2 vezes a capacidade de retenção de água do substrato. 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 avaliações do comportamento estomático foram realizadas aos 20 dias após a diferenciação dos tratamentos salinos, utilizando-se a segunda folha (a contar da folha vela) sadia e totalmente expandida, em três pontos distintos (apical, mediano e basal) de cada semilimbo. As medições foram realizadas às 9h, 12h e 15h, utilizando - se um porômetro de equilíbrio dinâmico da marca LICOR (modelo LI-1600), que mediu a resistência difusiva ao vapor de água (Rs) e a transpiração (E). Simultaneamente, foram monitoradas a umidade relativa do ar (UR), a temperatura foliar (Tfol) e a temperatura do ar (TAR), com um termopar e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), com um sensor quântico acoplado ao porômetro. Com os dados da TAR e UR, determinou-se o déficit de pressão de vapor (DPV), para os mesmos horários, utilizando a equação proposta por Vianello & Alves (2004).

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

Resultados e discussão

Durante o período experimental, a temperatura do ar (TAR) variou de 27,7 a 30,4°C, a umidade relativa do ar (UR) de 46,2 a 64,8% e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) de 24,54 a 109,57 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Este valor mais alto foi registrado às 12 horas no vigésimo dia de tratamento salino. O déficit de pressão de vapor (DPV), entre a folha e o ar, variou de 1,32 a 2,34 KPa. O maior valor do DPV coincidiu com o menor valor da TAR e UR e a maior RFA (Figura 1).

A variável TAR apresentou correlação significativa, na maioria dos genótipos, com as variáveis Tfol e DPV, merecendo destaque os genótipos Pisang Ceylan para a variável Tfol ($r = 0,9561^{**}$) e Ouro para a variável DPV ($r = 0,9999^{**}$). Já a variável RFA apresentou correlação significativa, na maioria dos genótipos, com as variáveis Rs e E, destacando-se os genótipos Thong Dok Mak para a variável Rs ($r = 0,9907^{**}$) e Pisang Ceylan para a variável E ($r = -0,9992^{**}$), indicando alto grau de relação, direta ou inversa, entre essas variáveis (Anexo 2).

A temperatura do ar, a umidade relativa e a radiação constituem-se fatores abióticos que podem afetar o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais de diferentes formas. A temperatura tem influência indireta devido ao seu efeito quantitativo sobre o suprimento de energia e, efeito direto via processos regulatórios. Por outro lado, a umidade relativa do ar poderá afetar a turgescência das células foliares, o que se refletirá, na transpiração, na absorção e na assimilação do CO_2 e, conseqüentemente na redução do processo fotossintético. Por sua vez, a radiação constitui fonte primária de energia para o desencadeamento do processo fotossintético (Alvarenga *et al.* 2001).

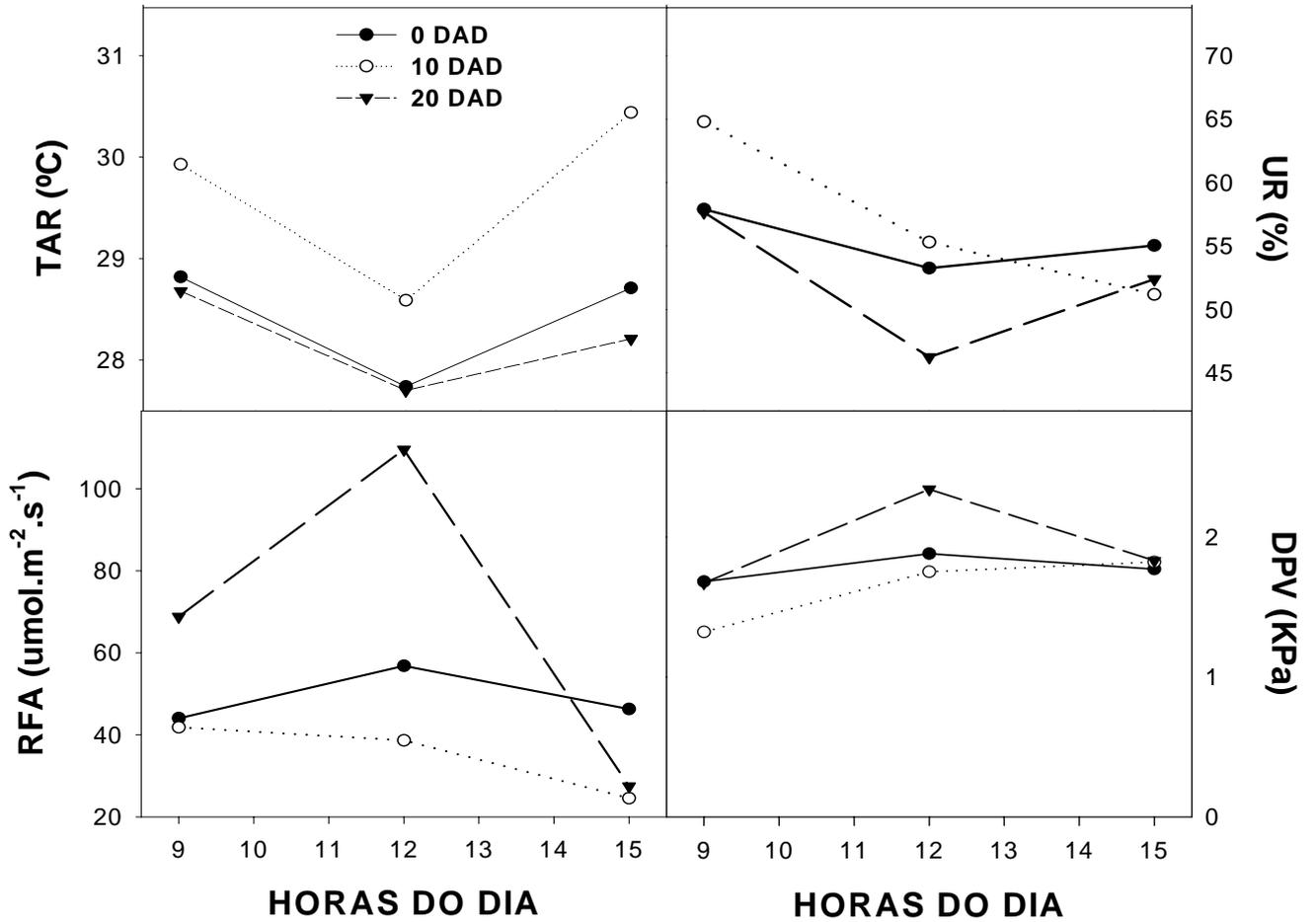


Figura 1. Temperatura do ar (TAR), umidade relativa do ar (UR), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e déficit de pressão de vapor (DPV) por ocasião das medidas porométricas, em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação aos zero, dez e vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos (DAD).

De forma geral, aos vinte dias da diferenciação dos tratamentos, houve uma tendência de aumento da transpiração das 9 às 12 horas (Figura 2), sendo às 12 horas o horário de menor temperatura e umidade relativa do ar e maior radiação solar e déficit de pressão de vapor. A menor temperatura do ar talvez tenha ocorrido devido à interferência do vento no local do experimento, além de coincidir com a presença de várias nuvens sobre o local.

Os valores da transpiração (E) variaram de 0,30 a 5,28 mmol.m⁻².s⁻¹ nas plantas controle, destacando-se os genótipos Berlim e Calcuttá por terem apresentado a menor e a maior transpiração, respectivamente. Já nas plantas submetidas ao estresse salino, os valores de E foram inferiores, e variaram de 0,10 a 0,55 mmol.m⁻².s⁻¹, destacando-se os genótipos Tungia e Malbut com a menor e a maior transpiração, respectivamente. Esses genótipos também reduziram a transpiração, apresentando valores mais baixos de E em todos os horários nas plantas submetidas ao estresse salino. O genótipo Calcuttá destaca-se por ter apresentado, no intervalo compreendido entre as 9 e 12 horas, o maior incremento na E da ordem de 264% e o genótipo Pisang Ceylan por ter apresentado a maior redução na E da ordem de 88,5% no período compreendido entre 12 e 15 horas (Figura 2).

Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho foram citados por Albuquerque (2004). Esse autor submeteu plantas de *Hancornia speciosa* à irrigação com solução nutritiva acrescida de NaCl (0; 25; 50; 75 e 100 mol.m⁻³) durante 30 dias e verificou redução na E de 81% e aumento na resistência difusiva (Rs) de 791%, no maior nível de salinidade. Comportamento estomático similar foi encontrado para as fruteiras *Psidium guajava* (Távora et al. 2001), *Anacardium occidentale* L. (Meneses Júnior et al. 2001) e *Malpighia emarginata* (Nogueira 1997). Também foram observadas reduções na E em plantas submetidas ao estresse hídrico, tais como: *Schinopsis brasiliensis* (Nogueira & Silva 2002); *Hancornia speciosa* G., acesso M-UFRPE 2 (Nogueira et al. 1999); *Malpighia emarginata*, acesso UFRPE 7 (Nogueira et al. 2000); *Averrhoa carambola* L., acesso IPA 25.1 (Nogueira et al. 2002); *Senna martiana* (Mansur et al. 2000); *Eucalyptus citriodora* (Ferreira et al. 1999); *Jatropha pohliana* (Silva et al. 2004); *Oryza sativa* L., IAC 165 (Gomes et al. 1997) e *Eugenia uniflora* L., IPA 2.2 (Nogueira et al. 2000).

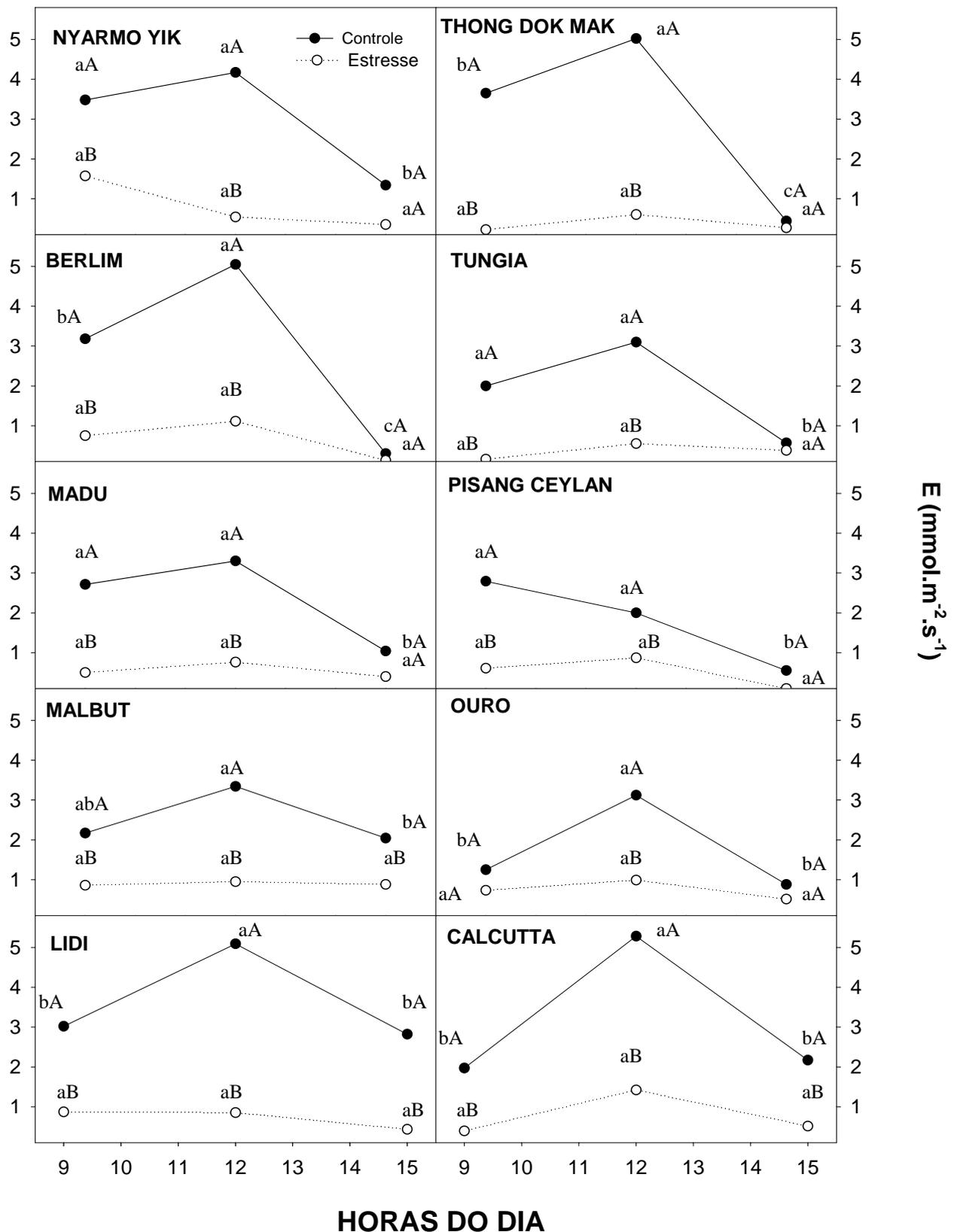


Figura 2. Transpiração (E) em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação, aos vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos (0 e 100 mol.m⁻³ de NaCl). Letras minúsculas iguais entre horários, dentro do mesmo genótipo e nível de salinidade e letras maiúsculas iguais entre tratamentos, dentro do mesmo genótipo e horário, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A variável E apresentou correlação positiva significativa na maioria dos genótipos estudados com as variáveis: biomassa seca total (BST), área foliar (AF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR), indicando alto grau de relação entre essas variáveis (Tabela 1 e Anexo 2).

Tabela 1. 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.

Os menores valores de E nas plantas submetidas ao estresse salino refletem o fechamento estomático. Esse fechamento é resultado da redução do potencial osmótico do substrato pelo incremento de sais na solução. Esse fenômeno, junto com o efeito iônico, pode induzir fechamento estomático, desbalanço iônico, deficiência nutricional e redução da produção de biomassa (Taiz & Zeiger 2004; Larcher 2004).

A maior redução da biomassa seca total (BST) ocorreu no diplóide Tungia, que apresentou também a menor transpiração e, provavelmente, redução na absorção de CO₂. Por outro lado, o genótipo Lidi foi o único a não apresentar redução significativa na biomassa

seca total (BST) sob condição de estresse, e enquadra-se no grupo de genótipo que apresentou transpiração relativamente elevada, em condições de estresse salino (Tabela 1 e Figura 2).

A redução da transpiração, em maior ou menor proporção, em todos os genótipos foi significativa às 9 e 12 h. Às 15 h, os valores da transpiração nas plantas sob estresse salino foram em sua maioria similares aos das plantas controle. A redução da transpiração observada na maior parte do curso diário vai refletir-se no metabolismo do carbono no interior da célula, visto que, o mesmo está relacionado à circulação atmosférica por meio das trocas gasosas. Isso implica em trocas de CO₂ e O₂ entre o interior da planta e a atmosfera que a envolve. Nas trocas gasosas, durante a fotossíntese, a planta fixa CO₂ e libera O₂, aumentando assim a sua produção de biomassa. Por meio da variação da abertura estomática, a planta controla o influxo de CO₂ na folha. Deve-se entender que, neste processo, as células estomáticas estão em constante movimento e que o poro estomático está abrindo e fechando. Também está comprovada que, para uma mesma folha, nem todos os aparatos estomáticos estão, ao mesmo tempo, com uma mesma abertura. Sobretudo, em situações de estresse em que ocorre uma forte heterogeneidade na abertura estomática (Larcher 2004). Quando os estômatos estão totalmente abertos, o valor da resistência estomática está em função do tamanho do estômato e da densidade estomática. Com o fechamento dos estômatos, a resistência estomática cresce consideravelmente (Larcher 2004).

Em todos os genótipos submetidos ao estresse salino houve tendência ao aumento da resistência difusiva (Rs), sendo este aumento significativo na maioria dos genótipos estudados em pelo menos um dos horários avaliados (Figura 3). A resistência difusiva (Rs) variou de 6,74 a 70,05 s.cm⁻¹ nas plantas em condições salinas. Destaca-se a grande Rs do genótipo *Tungia* às 9 h, que atingiu 45,47 s.cm⁻¹, e a de *Pisang Ceylan* que apresentou a maior Rs às 15 h (70,05 s.cm⁻¹).

Aumento da resistência difusiva também foi citado por Albuquerque *et al.* (2002). Esses autores submeteram plantas de *Hancornia speciosa* à irrigação com solução nutritiva acrescida de NaCl (0; 50; 100 e 150 mol.m⁻³) durante 30 dias e verificaram aumento na Rs da ordem de 1360%. Já Leite (2003), observou aumento da Rs em *Anacardium occidentale* L., cultivar CCP-1001, quando submetido ao estresse hídrico, da ordem de 436% e 3437%, respectivamente, aos 45 e 75 dias após a diferenciação dos tratamentos. Também foram observados aumentos da Rs em *Eugenia uniflora* L. (Nogueira *et al.* 2000), *Schinopsis brasiliensis* (Nogueira & Silva 2002); *Mimosa caesalpinifolia* (Silva 2002); *Jatropha pohliana* (Silva *et al.* 2004); *Senna martiana* (Mansur *et al.* 2000); *Averrhoa carambola* L., acesso IPA 1.3 (Nogueira *et al.* 2002); *Malpighia emarginata* D.C., acesso UFRPE 7 (Nogueira *et al.* 2000) e *Hancornia speciosa* G., acesso M-UFRPE 2 (Nogueira *et al.* 1999).

A variável R_s apresentou correlação significativa negativa com a variável E (Figura 2 e Anexo 2) em todos os genótipos, merecendo destaque o genótipo Lidi por ter apresentado maior correlação ($r = -0,9999^{**}$). Também apresentou correlação significativa negativa, na maioria dos genótipos, com as variáveis: biomassa seca total (BST), área foliar (AF), taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) (Tabela 1 e Anexo 2) e positiva para a temperatura foliar (T_{fol}) (Figura 4 e Anexo 2).

Dentre os diversos mecanismos fisiológicos de adaptação ao estresse salino, o controle da perda de água, pelas plantas, se dá principalmente, por meio do aumento da resistência estomática. Entre os aspectos fisiológicos avaliados para análise da tolerância/sensibilidade da planta ao estresse salino, destacam-se: o potencial osmótico, a resistência estomática, a transpiração e a temperatura foliar. Geralmente, a diminuição da disponibilidade hídrica no substrato ocasiona queda no potencial da água da folha, levando à perda de turgescência e ao fechamento estomático. Como resultado, a resistência difusiva aumenta, determinando menor perda de água, mais também, redução na fotossíntese, em função da diminuição da absorção de CO_2 (Nogueira *et al.* 2003).

Nos genótipos avaliados, apenas Madu, Malbut e Ouro não apresentaram aumento significativo da R_s ao longo de todo o curso diário. Destaca-se, neste contexto, o genótipo Lidi que não apresentou aumento significativo da R_s às 9 e 12 h e, manteve sua produção de biomassa seca similar à do controle (Figura 3 e Tabela 1).

Apesar da grande influência do ambiente sobre o comportamento fisiológico das plantas, sobretudo no que se refere às características produtivas, as pesquisas relacionadas a ecofisiologia de fruteiras de clima tropical frente ao estresse salino são poucas e, na sua maioria, recentes, limitando-se, principalmente, às culturas de maior expressão econômica. Contudo, para genótipos diplóides de bananeira, as informações sobre trocas gasosas e relações hídricas, ainda são muito escassas, sendo necessários mais estudos para o entendimento do funcionamento fisiológico dessa cultura.

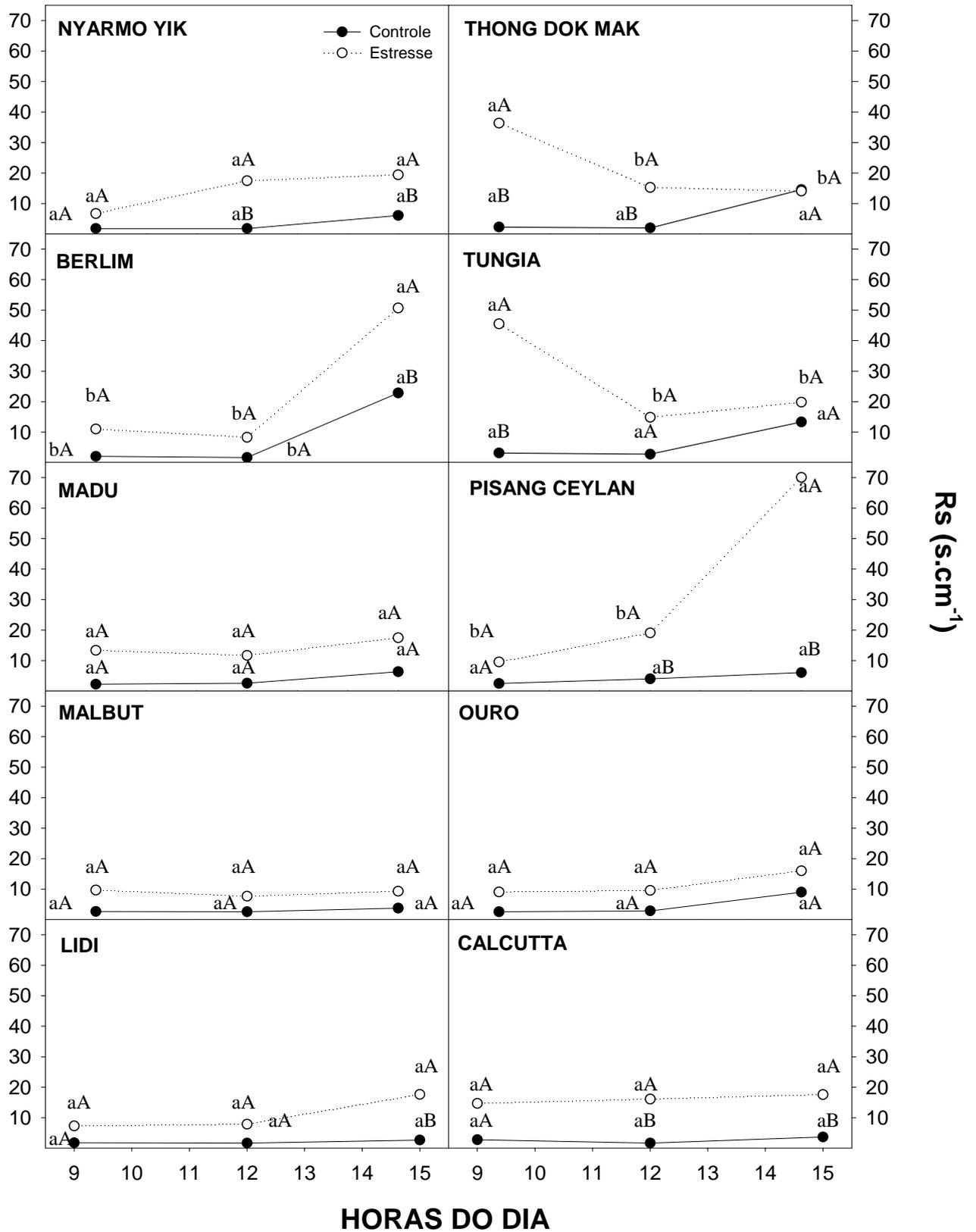


Figura 3. Resistência difusiva (R_s) em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação, aos vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos (0 e 100 mol.m⁻³ de NaCl). Letras minúsculas iguais entre horários, dentro do mesmo genótipo e nível de salinidade e letras maiúsculas iguais entre tratamentos, dentro do mesmo genótipo e horário, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A temperatura foliar (Tfol) variou de 27,87 a 30,70°C nas plantas controle, e de 27,67 a 31,17°C nas plantas submetidas ao estresse salino. Todos os genótipos apresentaram uma tendência ao aumento da temperatura foliar nas plantas submetidas ao estresse salino (Figura 4).

Aumentos da temperatura foliar também foram observados em algumas culturas, quando submetidas à situação de estresse: *Hancornia speciosa* G. (Albuquerque 2004); *Anacardium occidentale* L, cultivar CCP-1001 (Leite 2003); *Mimosa caesalpinifolia*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Tabebuia aurea* (Silva 2002); *Schinopsis brasiliensis* (Silva *et al.* 2004); *Eugenia uniflora* L., acesso IPA 4.3 (Nogueira *et al.* 2000); *Caesalpinia ferrea* (Mansur *et al.* 2000); *Arachis hypogaea* L. (Távora *et al.* 1997) e *Averrhoa carambola* L., acesso IPA 25.1 (Nogueira *et al.* 2002).

Nogueira *et al.* (1999), estudando germoplasmas de mangabeiras no litoral Pernambucano, observaram diferenças significativas entre as variedades trabalhadas, com relação à resistência difusiva, transpiração e temperatura foliar. Os autores também verificaram que a transpiração e a temperatura foliar foram muito mais influenciadas pela umidade do ar do que pela radiação fotossinteticamente ativa, fato que não foi observado nesse trabalho, em que a transpiração aumentou no período de menor umidade relativa do ar e maior radiação fotossinteticamente ativa (Figuras 1, 2 e 4).

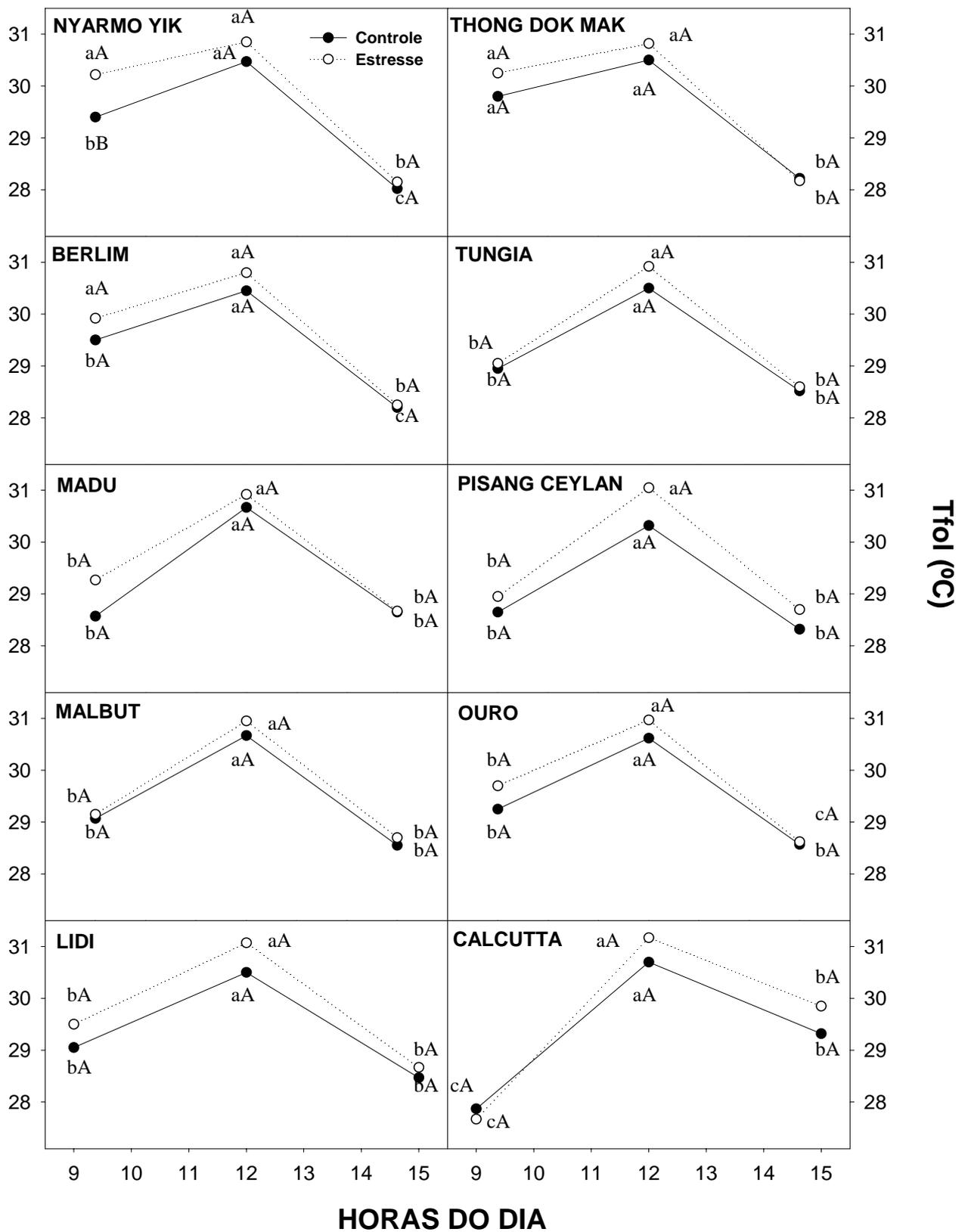


Figura 4. Temperatura foliar (Tfol) em genótipos diplóides de bananeira, cultivados em casa de vegetação, aos vinte dias após a diferenciação dos tratamentos salinos (0 e 100 mol.m⁻³ de NaCl). Letras minúsculas iguais entre horários, dentro do mesmo genótipo e nível de salinidade e letras maiúsculas iguais entre tratamentos, dentro do mesmo genótipo e horário, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando-se as variáveis biométricas destacaram-se como genótipos contrastantes o Lidi, que não apresentou variação na produção de biomassa seca total nem na taxa de crescimento absoluto sob estresse salino, e o genótipo *Tungia*, que apresentou a maior redução de biomassa seca total.

O genótipo *Tungia* apresentou, nas plantas submetidas ao estresse salino, menores transpirações (0,36 e 0,72 mmol.m⁻².s⁻¹) e maiores resistências difusivas (26,71 e 10,94 s.cm⁻¹) que o Lidi, caracterizando maior sensibilidade do primeiro ao estresse salino. Possivelmente o genótipo Lidi apresenta maior capacidade de ajustar-se osmoticamente através da síntese de solutos compatíveis.

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.

Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. B. 2004. **Efeito dos estresses hídrico e salino na germinação, crescimento inicial e relações hídricas da mangabeira** (*Hancornia speciosa* Gomes). Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ALBUQUERQUE, M. B. *et al.* 2002. Efeito do estresse salino no crescimento e comportamento estomático de plantas jovens de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) cultivadas em casa de vegetação. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE, 1, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, p.469-470.

ALVARENGA, A. A. *et al.* 2001. **Ecofisiologia vegetal**. Lavras: UFLA/FAEPE. 69p.

ARAÚJO, F. C. & LIMA, V. C. 1992. **Indicações técnicas sobre a cultura da bananeira em Pernambuco**. Recife: EMATER.

BERNARDO, S. 1997. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: SILVA, D. D. & PRUSKI, F. F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Viçosa: UFV. 252p.

FAO. 2003. Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. <<http://www.fao.org/ag/agl/agl1/spush/topic2.htm>>. Acesso: mar, 2003.

FAO. 2005. Statistical databases: agriculture. <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em: 21 jun. 2006.

- FERREIRA, C. A. G. *et al.* 1999. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook, em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Cerne**, Lavras, 5(2):95-104.
- GOMES, M. M. A. *et al.* 1997. Trocas gasosas e quantificação do ácido abscísico em duas cultivares de arroz de sequeiro submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, 9:177-183.
- LARCHER, W. 2004. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA.
- LEITE, F. V. A. 2003. **Respostas fisiológicas do cajueiro anão-precoce** (*Anacardium occidentale* L.) ao déficit hídrico. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MACEDO, L. S. 1988. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: EMEPA. (Comunicado Técnico, 38)
- MANSUR, R. J. *et al.* 2000. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. **International Journal of Experimental Botany**, Argentina, 68(97):106.
- MENESES JÚNIOR, J. *et al.* 2001. Effect of salt stress on water relations and accumulation of solutes in dwarf cashew plants. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBFV. CD-ROM.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. 1997. **Expressões fisiológicas da aceroleira** (*Malpighia emarginata* DC) **em condições adversas**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* 1999. Expressões ecofisiológicas de germoplasma de *Hancornia speciosa* Gomes cultivado no litoral de Pernambuco. **Ciência Rural**, Santa Maria, 29(4):731-732.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* 2000. Comportamiento estomático y tensión de água en el xilema de dos genótipos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) cultivados bajo estrés hídrico. **Investigación Agrária**, Madrid, 15(3): 213-225.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* 2000. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 35(7):1331-1342.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* 2002. Curso diário das perdas de vapor de água, da temperatura e do potencial da água da folha em germoplasma de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, 16(2):217-223.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. & SILVA, E. C. 2002. Comportamento estomático em plantas jovens de *Schinopsis brasiliensis* Engl. cultivadas sob estresse hídrico. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, 57(1):31-38.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* 2003. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 25(1):15-18.

ORCUTT, D. M. & NILSEN, E, T. 2000. **The physiology of plants under stress soil and biotic factors**. New York : John Wiley e Sons.

ROSA JÚNIOR, C. D. R. M. 2000. **Bananeira**: cultivo sob condição irrigada. Recife: SEBRAE-PE, 51p.

SILVA, E. C. *et al.* 2004. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, 59(2): 201-205.

SILVA, E. C. 2002. **Ecofisiologia de quatro espécies lenhosas ocorrentes no nordeste, submetidas a estresse hídrico**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SULTANA, N. *et al.* 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Environmental and Experimental Botany**, 42: 211-220.

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

TÁVORA, F. J. A. F. *et al.* 1997. Relações hídricas em amendoim submetido ao estresse salino. **Ciência Agronômica**, Ceará, 28:51-55.

TÁVORA, F. J. A. F. *et al.* 2001. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 23(2):441-446.

THOMAS, F. M. *et al.* 2000. Morphological and physiological responses of oak seedlings (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) to moderate drought. **Annals For. Science**, 57:325-333.

VIANELLO, R.L. & ALVES, A.R. 2004. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV. 449p.

WILLADINO, L.G. & CÂMARA, T.R. 2004. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: REIGOSA, M.J.*et al.* **La Ecofisiologia Vegetal**: una ciencia de síntesis. Madrid: Thomson Editores, p.303-331.

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

4. TRABALHO 3

EFEITO DA SALINIDADE SOBRE O EQUILÍBRIO NUTRICIONAL EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA¹

¹Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Botânica – PPGb/UFRPE e será enviado para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB.

EFEITO DA SALINIDADE SOBRE O EQUILÍBRIO NUTRICIONAL EM GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA

Gilberto de Souza e Silva Júnior⁽¹⁾, Lilia Willadino⁽¹⁾ e Terezinha Rangel Câmara⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Biologia, Rua D. Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, PE. E-mail: gilbertojunior26@hotmail.com, lilia@truenet.com.br; ⁽²⁾UFRPE, Departamento de Química. E-mail: tkrcamara@bol.com.br.

Resumo - Dez genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp), 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 equilíbrio nutricional em genótipos diplóides de bananeira. A adição do NaCl à solução nutritiva provocou, em alguns genótipos, incremento nos teores de Na⁺, K⁺, Mg²⁺ e Cl⁻ nos diferentes órgãos das plantas, principalmente, nas raízes + rizoma. Também foram reduzidas às biomassas secas totais (BST), áreas foliares (AF) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR). Não foram observadas desordens nutricionais em grande escala, exceto para o Ca²⁺, nas raízes + rizoma, cujos teores foram reduzidos à metade dos encontrados nas plantas do tratamento sem adição de sal.

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

EFFECT OF SALINITY ON NUTRITIONAL BALANCE IN DIPLOID GENOTYPES OF BANANA PLANTS

Abstract - Ten diploid genotypes of banana plants (*Musa* spp), taken from plant tissue cultures, were grown in a nutrient 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 balance in diploid genotypes of banana plants. In some of the genotypes studied, the addition of NaCl to the nutrient solution caused an increase in the Na⁺, K⁺, Mg²⁺ and Cl⁻ content in the different plant organs, especially in the roots + rhizome. There was also a reduction in total dry matter (TDM), leaf area (LA), absolute growth rate (AGR) and relative growth rate (RGR). No large-scale nutritional disorder was observed, except for Ca²⁺ in the roots + rhizome, the content of which was reduced to half of that found in the plants from the treatment without the addition of salt.

Key words: *Musa* spp, salt stress, nutritional disorder, growth.

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 SO_4^{-2} . Nessas regiões, é comum a ocorrência de fontes de água com elevadas concentrações de sais de sódio, que reduzem a qualidade desse recurso 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. Redução osmótica resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do substrato, diminuindo a disponibilidade de água para a planta. O efeito iônico refere-se aos íons absorvidos pelas plantas, que podem provocar desequilíbrio iônico e/ou efeitos tóxicos para o metabolismo da planta (Willadino & Câmara, 2004, Gheyi et al., 2005).

A salinidade adiciona complexidade à 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 sódio e cloro, constituintes do solo ou da água, são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos, em concentrações suficientemente altas 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 teve o objetivo de avaliar o efeito da salinidade sobre o equilíbrio nutricional em genótipos diplóides utilizados no melhoramento de bananeira.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, em Recife, de 06 a 27/09/2004. Durante o período experimental, as médias da temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa foram de 29,1°C, 55,5% e 67,05 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente. Foram utilizadas mudas micropropagadas de dez genótipos diplóides de bananeira: Nyarmo Yik, Thong Dok Mak, Berlin, Tungia, Madu, Pisang Ceylan, Malbut, Ouro, Lidi e Calcuttá, obtidas do banco de germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical – CNPMF, 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 e utilizada como substrato. A aclimação dessas mudas foi feita em telado com sombrite, com 70% de retenção dos raios solares, durante 15 dias para que as plantas se restabelessem do estresse ocasionado durante o transporte e emitissem novas raízes e folhas. Foram utilizadas mudas jovens de bananeira por ser o período em que as mesmas apresentam maior susceptibilidade à salinidade. Durante todo o período de aclimação em telado, as mudas 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. As médias da condutividade elétrica das soluções nutritivas (CE_{sn}) e do pH das mesmas 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 condutivímetro 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 por vaso, o que equivale a 1,2 vezes a capacidade de retenção de água do substrato. 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. Por ocasião da coleta, aos vinte e um dias de tratamento, foram coletados separadamente, limbos foliares, pseudocauls e raízes + rizomas, e colocados para secar em estufa de aeração forçada a 65°C até peso constante.

As amostras secas (limbos foliares, pseudocauls e raízes + rizomas) foram trituradas em moinhos de facas tipo Wiley e analisadas, quanto aos teores de íons sódio (Na⁺), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), após digestão nitro-perclórica. As determinações de sódio e potássio foram feitas por fotometria de emissão de chamas (FEC) e as de cálcio e

magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) conforme descrito por Malavolta et al. (1989) e Miyazawa et al. (1992). Os teores de cloreto (Cl^-) foram determinados por titulometria do nitrato de prata (método de Mohr), segundo Malavolta et al. (1989).

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio do programa SANEST (Zonta & Machado, 1984), procedendo-se à análise de variância e comparando-se as médias de genótipos pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

As plantas submetidas ao estresse salino tiveram aumentos significativos nos teores de íon sódio (Na^+) no limbo foliar, em comparação com as testemunhas (Tabela 1). Os genótipos *Tungia* e *Calcuttá* tiveram os maiores teores desse íon, com incrementos de aproximadamente 615% e 1080%. Ambos os genótipos apresentaram sintomas de toxidez do NaCl, caracterizados como pequenas manchas ao longo do limbo foliar, evoluindo para clorose e queima das bordas. Resultados similares já haviam sido constatados em genótipos de bananeira *Calcuttá* (Gomes et al., 2002), *Pacovan* e *Nanicão* (Silva Júnior, 2003), submetidos a 100 mol.m^{-3} de NaCl, e *Maçã* (Monte el al., 2004), submetido a 75 mol.m^{-3} de NaCl.

A maioria dos genótipos apresentou aumento significativo no teor de íon Na^+ no pseudocaule (Tabela 2) das plantas submetidas ao tratamento salino. Aumentos também foram obtidos por Monte el al. (2004) nos genótipos de bananeira *Pacovan* e *Maçã*, submetidos a 75 mol.m^{-3} de NaCl.

Houve acúmulo de íon Na^+ nas raízes + rizoma, em todos os genótipos submetidos a 100 mol.m^{-3} de NaCl (Tabela 3). Os teores de íon Na^+ nas raízes + rizoma oscilaram entre 2,86 e $12,33 \text{ g.kg}^{-1}$ de tecido seco. Já no limbo foliar, destaca-se o genótipo *Tungia*, com $12,51 \text{ g.kg}^{-1}$ de tecido seco, praticamente o dobro dos teores desse íon observados nos demais genótipos. Aparentemente, 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 íon Na^+ em tecidos metabolicamente ativos, como os foliares (Bousier & Lauchli, 1990).

Incrementos nos teores de íon Na^+ em diferentes órgãos, em resposta à salinidade, tem sido relatados em diversas culturas, como a goiabeira (Ferreira et al., 2001), a pupunheira (Fernandes et al., 2002), a bananeira (Silva Júnior, 2003; Gomes et al., 2004) e o capim-elefante (Dantas, 2004).

O aumento do nível de NaCl na solução nutritiva provocou também o incremento do teor de íon cloreto (Cl^-) em todas as partes da planta, de todos os genótipos (Tabelas 1, 2 e 3). No genótipo Ouro, o teor de íon Cl^- no limbo foliar, superou os teores desse íon nos demais genótipos, atingindo 35 g.kg^{-1} de tecido seco, o triplo do da testemunha (Tabela 1). Esses resultados corroboram os obtidos em bananeira (Silva Júnior, 2003; Gomes et al., 2004; Monte et al., 2004) e em goiabeira (Ferreira et al., 2001). No pseudocaule, os genótipos Pisang Ceylan e Ouro tiveram maiores incrementos de íon Cl^- , da ordem de 247% e 263%, respectivamente (Tabela 2), enquanto nas raízes + rizoma, os genótipos Madu e Calcuttá tiveram incrementos da ordem de 212% e 260%, respectivamente (Tabela 3).

O aumento do teor de íon Na^+ nos tecidos de espécies glicófitas geralmente está associado à diminuição no teor de íon potássio (K^+) (Greenway & Munns, 1980), resultado da competição pelos sítios de absorção nas membranas (Blumwald et al., 2000). Esta tendência não foi observada nos genótipos do presente trabalho, a maioria dos quais não apresentou diferença entre os teores deste cátion nas plantas submetidas ou não ao estresse salino, em quaisquer das três partes das plantas (Tabelas 1, 2 e 3).

Praticamente não se observou influência da salinidade sobre os teores de íon cálcio (Ca^{2+}) no limbo foliar e no pseudocaule (Tabelas 1 e 2). No entanto, ocorreu redução no teor deste cátion nas raízes + rizoma, na maioria dos genótipos estudados. Os genótipos Lidi e Pisang Ceylan destacaram-se por terem apresentado decréscimos da ordem de 28% e 46%, respectivamente (Tabela 3). Outros trabalhos do grupo de pesquisa, com seis genótipos diplóides de bananeira, também observaram redução no teor de íon Ca^{2+} nas raízes + rizoma (Gomes et al., 2004).

Estudos relatando que a salinidade induz redução nos teores de íon Ca^{2+} , foram encontrados para: pupunheira (Fernandes et al., 2002), bananeira Pacovan e Nanicão (Silva Júnior, 2003) e bananeira Maçã (Monte et al., 2004). A diminuição no teor de íon 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 e na compartimentalização iônica, entre outros processos (Cachorro et al., 1994; Ferreira et al., 2001).

No genótipo Thong Dok Mak, a salinidade induziu incrementos nos teores de íon magnésio (Mg^{2+}) em todas as partes da planta (Tabelas 1, 2 e 3). De maneira geral, houve incremento no teor de íon Mg^{2+} , nas plantas submetidas ao estresse salino, sobretudo no pseudocaule (Tabela 2). Esses resultados contrariam os obtidos por Azevedo Neto et al. (1995) em tomateiro, nos quais os teores desse íon permaneceram constantes na parte aérea, e por Devitt et al. (1984) em sorgo, em que os teores desse íon decresceram nas raízes, com o incremento do estresse salino. Por outro lado, plantas de feijão têm apresentado tanto ausência de efeito quanto aumento dos teores desse íon na parte aérea ou diminuição nas raízes (Araújo, 1994). Em milho (Saneoka et al., 1995) e bananeira Pacovan e Nanicão (Silva Júnior, 2003) não foram encontrados efeitos da salinidade sobre o teor de íon Mg^{2+} . Apesar da importância do magnésio no metabolismo vegetal, a literatura referente a estudos sobre teores

desse nutriente em plantas cultivadas sob estresse salino, ainda é bastante limitada, talvez pelo fato desse nutriente ser pouco influenciado pela salinidade.

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 bA	6,17 aB	0,95 aA	0,93 aB	13,03 aA	9,39 aBC	3,01 aAB	3,03 aABC	9,17 bA	21,67 aC
THONG DOK .MAK	0,50 bA	4,25 aBC	1,20 aA	1,39 aB	10,33 bA	19,34 aA	2,45 bBCD	3,25 aAB	14,17 bA	30,00 aABC
BERLIM	0,30 bA	5,10 aB	1,02 aA	1,31 aB	7,15 aA	7,36 aBC	2,14 bCD	2,83 aABC	12,50 bA	26,67 aBC
TUNGIA	1,75 bA	12,51 aA	1,39 bA	3,81 aA	12,39 aA	13,17 aAB	3,53 aA	3,43 aA	15,83 bA	30,83 aABC
MADU	0,54 bA	6,10 aB	1,26 aA	0,91 aB	9,61 aA	10,29 aBC	2,47 bBCD	3,41 aA	18,33 bA	39,17 aA
PISANG CEYLAN	0,40 aA	1,48 aC	1,34 aA	0,85 aB	9,00 aA	5,61 aC	3,13 aAB	3,36 aAB	15,00 bA	30,83 aABC
MALBUT	1,03 bA	4,74 aBC	0,97 aA	0,91 aB	11,01 aA	9,80 aBC	2,77 aBC	2,96 aABC	12,50 bA	26,67 aBC
OURO	0,69 bA	6,55 aB	1,25 aA	1,17 aB	9,68 aA	10,27 aBC	1,89 bD	2,63 aBC	10,83 bA	35,00 aAB
LIDI	0,39 bA	5,91 aB	1,21 aA	1,03 aB	9,78 aA	6,28 aC	2,78 aBC	2,74 aABC	10,83 bA	27,50 aBC
CALCUTTÁ	0,64 bA	7,55 aB	1,30 bA	3,87 aA	10,89 aA	9,45 aBC	2,11 aCD	2,31 aC	15,00 bA	25,00 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.

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 bA	5,50 aBC	0,80 bB	1,46 aC	6,64 aBCD	5,32 aB	2,68 bBC	3,44 aAB	14,17 bA	37,50 aB
THONG DOK MAK	1,64 bA	4,44 aBC	1,12 aAB	1,46 aC	7,17 aBCD	4,67 bB	3,28 bAB	3,76 aA	15,00 bA	45,83 aAB
BERLIM	0,90 bA	2,86 aC	0,54 aB	0,88 aD	7,10 aBCD	4,94 bB	2,72 aABC	3,06 aB	17,50 bA	38,33 aB
TUNGIA	0,79 bA	3,53 aBC	1,40 bAB	2,01 aBC	7,89 aBC	5,50 bB	3,09 aAB	3,22 aAB	15,00 bA	43,33 aAB
MADU	1,50 bA	6,10 aB	1,39 bAB	2,38 aAB	7,38 aBCD	5,29 bB	3,35 aAB	3,41 aAB	14,17 bA	44,17 aAB
PISANG CEYLAN	2,93 bA	12,33 aA	1,34 bAB	2,42 aAB	8,98 aB	4,82 bB	3,39 bA	3,86 aA	19,17 bA	50,83 aA
MALBUT	1,82 bA	5,90 aBC	1,41 aAB	1,52 aC	6,41 aCD	3,95 bB	3,22 aAB	3,59 aAB	16,67 bA	45,83 aAB
OURO	0,95 bA	4,59 aBC	1,12 aAB	1,52 aC	5,39 aD	3,79 bB	2,73 bABC	3,32 aAB	19,17 bA	41,67 aAB
LIDI	1,55 bA	5,11 aBC	1,89 bA	2,85 aA	6,11 aCD	4,41 bB	3,23 aAB	3,29 aAB	15,83 bA	39,17 aB
CALCUTTÁ	0,55 bA	5,24 aBC	1,57 aAB	1,62 aBC	13,84 aA	9,05 bA	2,34 bC	3,89 aA	12,50 bA	45,00 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, classificação esta baseada em análises de variáveis biométricas em trabalho anterior, 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 (BST), área foliar (AF) e taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) (Tabela 4). Por outro lado, o genótipo Lidi não apresentou reduções na biomassa seca total (BST) nem na taxa de crescimento absoluto (TCA) e apresentou maior acúmulo desses íons nas raízes + rizoma (Tabelas 3 e 4). No que diz respeito ao controle do transporte do íon Na⁺, existem, conforme Munns et al. (2002), três pontos primordiais: absorção pelas raízes, carregamento do xilema; e remoção do íon Na⁺ do xilema antes de atingir a parte aérea. Nesse último ponto, em muitas espécies, o íon 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 cloreto (Cl⁻), houve nos genótipos Tungia e Lidi, maior acúmulo desse íon no pseudocaule, porém, não diferiram entre si (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. 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.

Destaca-se, neste trabalho, a sensibilidade do genótipo *Tungia*, sobretudo em consequência do elevado teor de íon Na⁺ no limbo foliar, ainda que provavelmente tenha ocorrido compartimentalização de parte deste cátion no vacúolo devido à magnitude do teor do mesmo no limbo foliar. De qualquer maneira, o íon Na⁺ que não foi compartimentalizado possivelmente afetou, por toxicidade, processos metabólicos como, assimilação de CO₂, fotossíntese, síntese de proteína, respiração, entre outros, devido à inativação enzimática, refletindo-se esse efeito na forma de manchas necróticas, clorose e queima da borda do limbo foliar. Considerando-se os nutrientes avaliados, não foram observadas desordens nutricionais

em grande escala, exceto para o íon Ca^{2+} , nas raízes + rizoma, cujos teores foram reduzidos à metade dos encontrados nas plantas do tratamento sem adição de sal.

Referências bibliográficas

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 (*Lycopersicon 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. **Biochemics 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. Gas 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**, Palo 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**, Dorchecht, 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.; CÂMARA, 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.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

* A produção relativa de biomassa seca associada às variáveis de crescimento permitiu a seleção de genótipos diplóides de bananeira, classificando-os em tolerante, moderadamente tolerante e sensível à salinidade.

* Dentre os parâmetros de crescimento avaliados; a área foliar, a produção de biomassa seca, a suculência do pseudocaule e as taxas de assimilação líquida e crescimento relativo foram os indicadores que melhor representaram o efeito do estresse salino.

* Dentre os genótipos avaliados neste trabalho, o Tungia apresentou maior sensibilidade ao estresse salino imposto, levando em conta as variáveis biométricas avaliadas. Em contraste, o Lidi apresentou maior tolerância, sugerindo como fonte promissora de gene de interesse e que possa ser integrado a programas de melhoramento genético. Os demais genótipos apresentaram grau de tolerância intermediário.

* Apesar de ter sido verificado fechamento estomático em todos os genótipos, essas respostas não foram suficientes para atenuar os efeitos deletérios da salinidade. Nessas condições, alguns genótipos apresentaram sintomas de clorose e leve necrose no limbo foliar e não foram capazes de promover alterações na distribuição de fotoassimilados.

* De um modo geral, o estresse salino reduziu a transpiração de todos os genótipos, ocasionando uma tendência ao aumento na resistência dos estômatos à passagem do vapor de água, além de ter interferido, na maioria dos genótipos estudados, na redução da biomassa seca total, área foliar e nas taxas de crescimento absoluto e relativo.

* O genótipo *Tungia* apresentou nas plantas submetidas ao estresse salino, em relação ao genótipo *Lidi*, menor transpiração e tendência a maior resistência difusiva, como mecanismo de defesa ao reduzido potencial osmótico do substrato, o que provavelmente interferiu na assimilação de CO₂ através do processo fotossintético, caracterizando maior sensibilidade. Possivelmente o genótipo *Lidi* apresentou maior capacidade de ajustar-se osmoticamente através da síntese de solutos compatíveis.

* A adição de cloreto de sódio na solução nutritiva elevou os teores dos íons sódio e cloreto em todas as partes das plantas, independente do genótipo avaliado, o que provocou reduções significativas na maioria desses genótipos na biomassa seca total, na área foliar e nas taxas de crescimento absoluto e relativo.

* Na maioria dos genótipos avaliados, os teores de íon cálcio nas raízes + rizoma foram reduzidos com a imposição do estresse salino, ao passo que os teores de íon magnésio foram incrementados no pseudocaule.

* O genótipo *Tungia* apresentou maior incremento de íon sódio no limbo foliar sugerindo um sistema ineficiente de exclusão deste cátion através do transporte secundário das bombas de Na⁺/H⁺, presente nas membranas celulares, ativadas sobretudo nas células radiculares conferindo a esse genótipo uma maior sensibilidade ao estresse salino imposto.

6. ANEXOS

6.1 Normas das revistas: Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB e Acta Botanica Brasilica.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

OBJETIVO

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é editada mensalmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento, e destina-se à publicação de trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisa de interesse agropecuário.

ENCAMINHAMENTO DO ARTIGO

Os originais devem ser enviados à editoria em ofício assinado por todos os autores, contendo os seguintes dados: nome completo, formação profissional, grau acadêmico, endereço institucional completo e endereço eletrônico dos autores; indicação do autor-correspondente; destaque sobre o aspecto inédito do artigo; indicação da área técnica coberta; declaração da não submissão do trabalho à publicação em outro periódico; indicação de quatro nomes de especialistas que podem avaliar o documento, acompanhados dos respectivos endereços completos. Devem ser remetidos para o seguinte endereço:

Embrapa-Serviço de Comunicação para Transferência de Tecnologia
Pesquisa Agropecuária Brasileira
Caixa Postal 040315
CEP 70770-901 Brasília, DF
Telefone: (61) 448-4231
Endereço eletrônico: pab@spi.embrapa.br

ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

1. O texto dos artigos deve ser organizado, sempre que possível, em Título, Autores, Resumo, Termos para indexação, Notas de rodapé, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências.

2. O trabalho, com 20 páginas no máximo, numeradas sequencialmente, deve ser apresentado na seguinte ordem: texto, legendas, tabelas e figuras. O Abstract, as Referências, as ilustrações e a relação das legendas das figuras devem ser impressos em páginas próprias.

3. O texto deve ser digitado no programa Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, e ser enviado em quatro cópias impressas em papel formato A4, acompanhadas de uma cópia em disquete. Em três das cópias devem ser eliminados os nomes dos autores, o rodapé da primeira página e o item Agradecimentos.

4. As figuras não podem possuir dados constantes de tabelas. Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 7,2 cm ou 14,8 cm de largura. Devem ser gravadas em disquete, no programa Word, para possibilitar a edição em possíveis correções. Figuras criadas em outros programas devem ser inseridas em arquivo Word, usando o recurso "copiar e colar", devendo ser usada a fonte Symbol. A chave das

convenções adotadas deve ser incluída na área da figura ou entre o título e a figura.

5. As fotografias devem ser escaneadas com 300 dpi e gravadas em arquivos separados do arquivo do texto.

ESTRUTURA DO ARTIGO

1. O título, com 15 palavras no máximo, deve ser grafado em letras minúsculas, colocando-se após a última palavra o primeiro número de chamada de rodapé, entre parênteses, para indicar a data de aceite.

2. Os nomes e sobrenomes dos autores devem ser grafados somente com a primeira letra maiúscula. Fazer chamada de rodapé após o último sobrenome de cada autor, para indicar o endereço institucional e o eletrônico. Os autores de uma mesma instituição devem ser agrupados em uma única nota.

3. O Resumo e o Abstract devem ter no máximo 200 palavras cada; o Abstract deve ser tradução fiel do Resumo.

4. Os Termos para indexação – mínimo três e máximo seis – não devem estar presentes no título.

5. As Conclusões devem ser elaboradas com o verbo no presente do indicativo, em frases curtas, sem comentários adicionais, e com base nos objetivos do artigo.

6. As Referências bibliográficas devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 de agosto/2000, da ABNT; devem conter os nomes de todos os autores e ser organizadas em ordem alfabética de autores. Na literatura referenciada devem ser incluídos principalmente artigos de periódicos dos últimos dez anos, que deverão ser referenciados segundo o exemplo a seguir:

CARVALHO, L. P. de; MOREIRA, J. de A. N. Correlações fenotípicas envolvendo períodos de floração e rendimento em diferentes linhagens de algodoeiro herbáceo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 7, p. 983-990, jul. 1990.

7. Citações de trabalhos extraídos de Resumos e Abstracts, publicações no prelo e comunicação pessoal não são aceitas na elaboração dos artigos.

OUTRAS INFORMAÇÕES

1. O editor, com a assistência da assessoria científica, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselháveis nos artigos.

2. São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

3. Os trabalhos aceitos não poderão ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso da revista PAB.

4. Outros dados para elaboração de trabalhos a serem enviados à PAB são fornecidos pelo editor, por solicitação do interessado.

5. Serão fornecidas, gratuitamente, 20 separatas do artigo publicado. Cópias adicionais poderão ser adquiridas, desde que solicitadas ao editor com antecedência.

NORMAS GERAIS PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS NA
ACTA BOTANICA BRASÍLICA

1. A Acta Botanica Brasílica (Acta bot. bras.) publica em Português, Espanhol e Inglês, artigos originais e comunicações curtas.
2. Os artigos devem ser concisos, em **4 vias, com até 30 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar letra Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho carta, margens ajustadas em 1,5cm). À critério da Comissão Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais longos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).
3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.*, devem estar em itálico.
4. O título deve ser escrito em caixa alta e centralizado.
5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, alinhados à direita, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.).
6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:
 - **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Espanhol.
 - **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.
 - **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas.
 - **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados. As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras. Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 15 x 21cm. As ilustrações devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi).
 - As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas à critério da Comissão Editorial e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**
 - As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.
 - As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado. Ex.: 11cm; 2,4µm. Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0mm; 1,0-4,0mm; 125 exsicatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, *coletor(es)*, *número do(s) coletor(es)* (sigla do herbário).

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435* (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.*

(atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, *itálico*).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres
 - 2. Folhas orbiculares, mais de 10cm diâm. 2. *S. orbicularis*
 - 2. Folhas sagitadas, menos de 8cm compr. 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
 - 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
 - 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em itálico. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12.

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza-se ...

- Resultados e discussão deve incluir as conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos.

- **Referências bibliográficas**

- ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22.

In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. HUCITEC Ed. V. I. São Paulo.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** 33(2): 38-45.

Silva, A. 1996. **A família Urticaceae no Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Paraná, Londrina.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F. C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, São Paulo.

Não serão aceitas como referências bibliográficas Resumos de Congressos. Evitar citações de Dissertações e Teses.

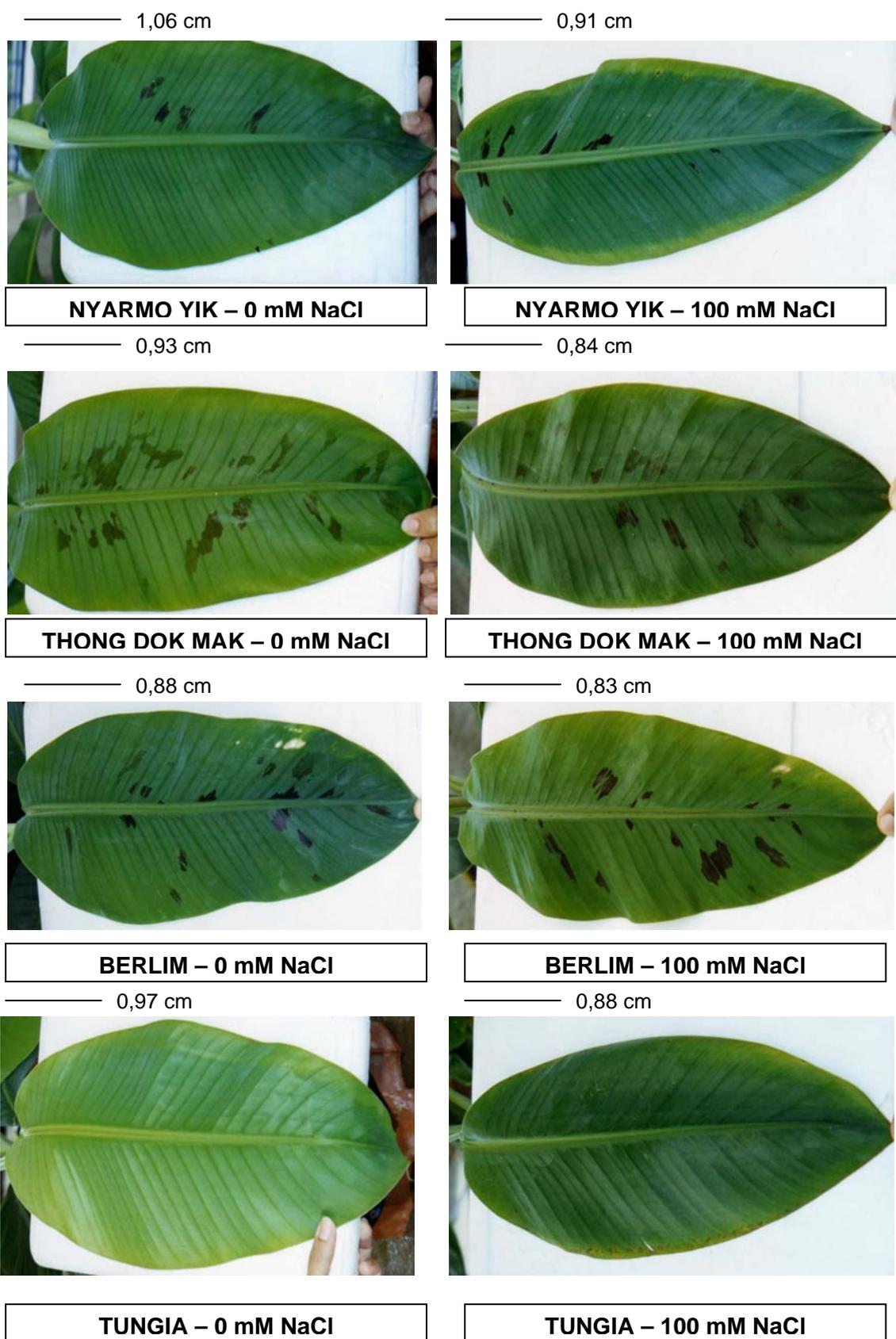
Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos da revista ou o "link" na internet www.botanica.org.br.

6.2 Matriz de correlação simples entre as variáveis biométricas e ecofisiológicas em genótipos diploides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.

CORRELAÇÕES	GENÓTIPOS											
	NYARMO YIK	THONG DOK MAK	BERLIM	PISANG CEYLAN	TUNGIA	MADU	LIDI	OURO	MALBUT	CALCUTTA		
AF X BSL	0,8311 *	0,9736 **	0,8661 *	0,8689 *	0,8721 *	0,8134 *	0,9369 **	0,9711 **	0,9135 *	0,8273 *		
AF X BSPC	0,8797 *	0,9949 **	0,7228 ns	0,9234 **	0,8562 *	0,9441 **	0,7913 ns	0,9758 **	0,9215 **	0,7900 ns		
AF X BSPA	0,8557 *	0,9848 **	0,8463 *	0,8995 *	0,8666 *	0,8715 *	0,9095 *	0,9751 **	0,9227 **	0,8198 *		
AF X TAL	0,8631 *	0,9095 *	0,8863 *	0,7220 ns	0,8206 *	0,9611 **	0,9100 *	0,8736 *	0,7239 ns	0,7996 ns		
BSL X ALT	0,7532 ns	0,9436 **	0,5936 ns	0,8196 *	0,9279 **	0,4810 ns	0,4055 ns	0,9677 **	0,8815 *	-0,0699 ns		
BSL X SCPC	0,9574 *	0,9417 **	0,8309 *	0,9325 **	0,9196 **	0,8707 *	0,9273 **	0,8643 *	0,9820 **	0,8024 ns		
BSL X TAL	0,9211 **	0,9114 *	0,8258 *	0,9138 *	0,8116 *	0,3175 ns	0,8910 *	0,8799 *	0,9359 **	0,8919 *		
BSL X TCA	0,9685 **	0,9670 **	0,9614 **	0,9252 **	0,9541 **	0,7978 ns	0,8885 *	0,9457 **	0,9707 **	0,4295 ns		
BSL X TCR	0,9783 **	0,9226 **	0,8866 *	0,7268 ns	0,8634 *	0,8208 *	0,9257 **	0,8978 *	0,9643 **	0,4346 ns		
BSPC X ALT	0,9609 **	0,9552 **	0,9316 **	0,9266 **	0,9724 **	0,5391 ns	0,6727 ns	0,9507 **	0,9847 **	0,5082 ns		
BSPC X SCPC	0,8265 *	0,8928 *	0,6834 ns	0,7870 ns	0,9141 *	0,7109 ns	0,9615 **	0,8499 *	0,9316 **	0,7845 ns		
BSPC X TAL	0,8413 *	0,9099 *	0,8086 *	0,7073 ns	0,8025 ns	0,8847 *	0,8909 *	0,8890 *	0,8476 *	0,8922 *		
BSPC X TCA	0,9462 **	0,9631 **	0,9189 **	0,8622 *	0,9529 **	0,6928 ns	0,9819 **	0,9148 *	0,9263 **	0,4866 ns		
BSPC X TCR	0,9159 **	0,9371 **	0,7813 ns	0,5255 ns	0,8666 *	0,7330 ns	0,9947 **	0,8538 *	0,9110 *	0,4955 ns		
TAR X Tfol	0,7640 *	0,7434 *	0,6181 ns	0,9561 **	0,9132 **	0,7911 *	0,7710 *	0,8402 **	0,7837 *	0,8402 **		
TAR X DPV	0,1428 ns	0,8050 *	-0,7453 *	0,9226 **	0,9429 **	0,8667 **	0,9497 **	0,9999 **	0,9129 **	-0,4879 ns		
RFA X E	-0,8275 **	-0,9915 **	-0,8550 **	-0,9992 **	-0,9973 **	0,7936 *	0,2974 ns	-0,8406 **	0,9760 **	0,9598 **		
RFA X Rs	0,8332 **	0,9907 **	0,8550 **	0,9739 **	0,9808 **	-0,7787 *	-0,2977 ns	0,8539 **	0,9794 **	-0,9613 **		
E X BST	0,4836 ns	0,9154 **	0,8502 *	0,9384 **	0,9229 **	0,9564 **	0,7653 ns	0,8879 *	0,9323 **	0,9465 **		
E X AF	0,8414 *	0,9801 **	0,9763 **	0,8578 *	0,7918 *	0,8662 *	0,8171 *	0,8562 *	0,8942 *	0,6243 ns		
E X TCA	0,4640 ns	0,9693 **	0,9521 *	0,8273 *	0,9817 **	0,7829 ns	0,7183 ns	0,9756 **	0,9823 **	0,6359 ns		
E X TCR	0,5129 ns	0,9691 **	0,9691 **	0,7225 ns	0,9780 **	0,7950 *	0,8569 *	0,9639 **	0,9747 **	0,6462 ns		
Rs X E	-0,9996 **	-0,9992 **	-0,9988 **	-0,9722 **	-0,9837 **	-0,9964 **	-0,9999 **	-0,9951 **	-0,9995 **	-0,9987 **		
Rs X BST	-0,8665 *	-0,9116 **	-0,8350 *	-0,8752 *	-0,9283 **	-0,9565 **	-0,7638 ns	-0,8760 *	-0,9237 **	-0,9502 **		
Rs X AF	-0,9389 **	-0,9769 **	-0,9763 **	-0,8412 *	-0,8055 *	-0,8601 *	-0,8199 *	-0,8442 *	-0,8861 *	-0,6269 ns		
Rs X TCA	-0,9158 **	-0,9723 **	-0,9564 **	-0,7319 ns	-0,9530 **	-0,7942 *	-0,7156 ns	-0,9711 **	-0,9784 **	-0,6446 ns		
Rs X TCR	-0,9169 **	-0,9738 **	-0,9773 **	-0,6709 ns	-0,9294 **	-0,8056 *	-0,8541 *	-0,9612 **	-0,9707 **	-0,6554 ns		
Rs X Tfol	0,8722 *	0,5100 ns	0,8919 *	0,9933 **	0,5633 ns	0,9809 **	0,8054 *	0,9116 **	0,9086 **	0,9507 **		

* Significativo pelo teste F (P < 0,05); ** Altamente significativo pelo teste F (P < 0,01); ns Não significativo pelo teste F (P < 0,05).

6.3 Sintomas da toxidez por sódio no limbo foliar nos genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias (E=1:30).



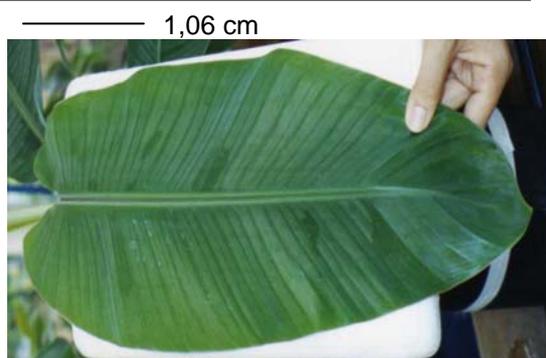
6.4 Sintomas da toxidez por sódio no limbo foliar nos genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias (E=1:30).



MADU – 0 mM NaCl



MADU – 100 mM NaCl



PISANG CEYLAN – 0 mM NaCl



PISANG CEYLAN – 100 mM NaCl



MALBUT – 0 mM NaCl



MALBUT – 100 mM NaCl

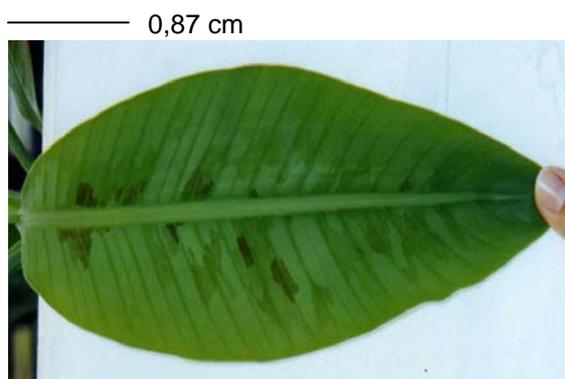


OURO – 0 mM NaCl



OURO – 100 mM NaCl

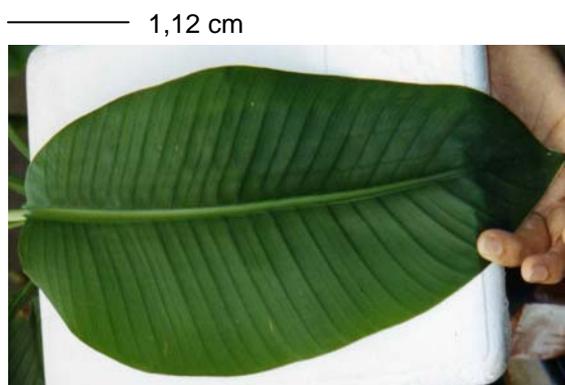
6.5 Sintomas da toxidez por sódio no limbo foliar nos genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias (E=1:30).



LIDI – 0 mM NaCl



LIDI – 100 mM NaCl



CALCUTTÁ – 0 mM NaCl



CALCUTTÁ – 100 mM NaCl

6.6 Comparação do crescimento em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.



NYARMO YIK – 0 e 100 mM NaCl



THONG DOK MAK – 0 e 100 mM



BERLIM – 0 e 100 mM NaCl



TUNGIA – 0 e 100 mM NaCl



MADU – 0 e 100 mM NaCl



PISANG CEYLAN – 0 e 100 mM NaCl

6.7 Comparação do crescimento em genótipos diplóides de bananeira, submetidos ao estresse salino, por um período de 21 dias.



MALBUT – 0 e 100 mM NaCl



OURO – 0 e 100 mM NaCl



LIDI – 0 e 100 mM NaCl



CALCUTTÁ – 0 e 100 mM NaCl