

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
DOUTORADO TEMÁTICO EM RECURSOS NATURAIS**

**VIABILIDADE DO USO DE ÁGUA SALINA
NO CULTIVO DE GENÓTIPOS DE ABACAXIZEIRO**

TESE

MIGUEL BARREIRO NETO

**Campina Grande – Paraíba
Maio / 2006**

MIGUEL BARREIRO NETO

MS. Fitomelhoramento

**VIABILIDADE DO USO DE ÁGUA SALINA
NO CULTIVO DE GENÓTIPOS DE ABACAXIZEIRO**

Orientadores: Prof. Dr. PEDRO DANTAS FERNANDES

Prof. Dr. HANS RAJ GHEYI

**Tese apresentada à Coordenação do Curso de
Doutorado Temático em Recursos Naturais,
do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais,
da Universidade Federal de Campina Grande,
em cumprimento às exigências para obtenção
do Título de Doutor.**

Área de Concentração: Sistema Água-Solo-
Planta-Atmosfera.

**CAMPINA GRANDE
Estado da Paraíba – Brasil
Maio / 2006**



B271v Barreiro Neto, Miguel
Viabilidade do uso de agua salina no cultivo de
genotipos de abacaxizeiro / Miguel Barreiro Neto. - Campina
Grande, 2006.
139 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Recursos Naturais) -
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de
Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Abacaxizeiro 2. Ananas Comosus 3. Genotipos 4.
Cultivares 5. Dissertacao I. Fernandes, Pedro Dantas, Dr.
II. Gheyi, Hans Raj, Dr. III. Universidade Federal de
Campina - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 634.774(043)

MIGUEL BARREIRO NETO

**VIABILIDADE DO USO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO
DE GENÓTIPOS DE ABACAXIZEIRO**

APROVADA EM: 11/05/2006

BANCA EXAMINADORA:



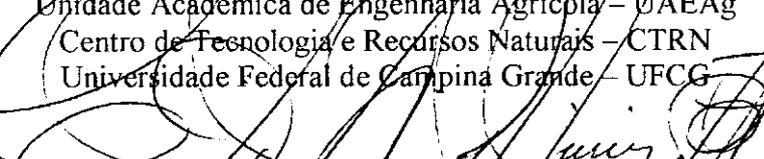
Dr. PEDRO DANTAS FERNANDES

Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEAg
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

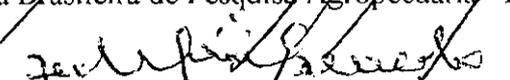


Dr. HANS RAJ GHEYI

Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEAg
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

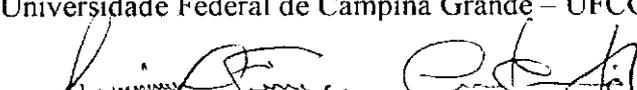


Dr. CAMILO FLAMARTION DE OLIVEIRA FRANCO
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa



Dr. PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO

Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas - UACA
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE

Centro de Ciências Agrárias – CCA
Universidade Federal da Paraíba – UFPB



Dr. JOSÉ DANTAS NETO

Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEAg
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

Manoel Lemos Barreiro e Francisca Duquesa Lemos

Exemplos de vida e dignidade
penhoro gratidão e reconhecimento eternos

Aos meus irmãos

Edval, Auxiliadora, Ana e Marta

Unidos como sempre fomos
amigos como sempre seremos

A minha mulher

Lenira,

Amiga, amada e companheira.
Trinta anos de luz no meu caminho

**“ ... Desde que amor primeiro e assim tão belo
Multiplicam-se no amante mil certezaas
Do sentimento de ter sido e sê-lo “**

Aos meus filhos

Michel, Marcel, Max, Clara Mabel e Ramon (Neto)

Continuadores de meus ideais
O melhor de minha contribuição para o mundo

SENHOR, verdadeiras jóias me presenteaste

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Pedro Dantas Fernandes, pela orientação segura e pela amizade.

Aos Professores Drs. Hans Raj Gheyi (co-orientador), José Dantas Neto, Pedro Vieira de Azevedo, Márcia Maria Rios Ribeiro da UFCG e ao Prof. José Arimatéia de Matos, da UFR-Semi-árido, Mossoró-RN, pelos valiosos ensinamentos.

A Banca Examinadora, pelas relevantes sugestões apresentadas.

Aos colegas da Emepa, pesquisadores Élson Soares dos Santos e Ivan Sérgio Campos Fontinelli, pela inestimável contribuição prestada durante todo trabalho.

Aos colegas pesquisadores da equipe de abacaxi da Emepa, José Teotônio de Lacerda, Rêmulo de Araújo Carvalho e Eliazar Felipe de Oliveira e aos funcionários, Francisco Demontier, Evandro Galdino (Preto), Marcondes e Seu Manoel, pelo empenho com que se portaram na condução do experimento.

Ao colega pesquisador da Emepa, Ladilson de Souza Macedo, pelas contribuições oferecidas

A Emepa, a UFCG e a Coordenação do Curso de Doutorado Temático em Recursos Naturais da UFCG.

A Embrapa, a quem sirvo há trinta anos e que me ofereceu oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

	pág
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Qualidade da água de irrigação	03
2.2 Efeitos dos sais sobre as plantas	06
2.2.1 Efeito osmótico	08
2.2.2 Efeito tóxico	09
2.2.3 Efeito nutricional	10
2.3 Tolerância das plantas à salinidade	12
2.3.1 Generalidades	12
2.3.2 Mecanismos de tolerância das plantas à salinidade	13
2.3.2.1 Mecanismos morfológicos	14
2.3.2.2 Mecanismos fisiológicos	15
2.3.3 Eficiência fotossintética.....	17
2.3.4 Partição de assimilados	18
2.4 O abacaxizeiro	19
2.5 Salinidade e abacaxizeiro	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização do experimento	23
3.2 Tratamentos e delineamento estatístico	27

	pág
3.3 Preparo das águas de irrigação	27
3.4 Instalação e condução do experimento	28
3.5 Variáveis analisadas	29
3.5.1 Índices de crescimento e desenvolvimento	29
3.5.2 Índices fisiológicos	31
3.5.3 Índices de produção e qualidade	33
3.5.4 Partição de assimilados	34
3.6 Análise de solo	34
3.7 Análise estatística	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Índices de crescimento e desenvolvimento	36
4.1.1 Número de folhas	36
4.1.2 Fitomassa de folha	41
4.1.3 Fitomassa de caule	45
4.1.4 Fitomassa de filhotes	48
4.1.5 Fitomassa total	50
4.1.6 Comprimento do pedúnculo	53
4.1.7 Número de filhotes	56
4.1.8 Diâmetro de caule	59
4.1.9 Taxa de crescimento absoluto	61
4.1.10 Taxa de crescimento relativo	64
4.2 Índices fisiológicos	66
4.2.1 Teor relativo de água nas folhas e déficit de saturação	66
4.2.2 Área foliar	70
4.2.3 Índice de área foliar.....	72
4.2.4 Razão de área foliar	74
4.2.5 Taxa de assimilação líquida	77

	pág
4.2.6 Eficiência quântica do FS II (fluorescência)	78
4.2.7 Condutância estomática	84
4.3 Produção e qualidade	90
4.3.1 Peso médio de fruto sem coroa	91
4.3.2 Fitomassa de fruto	93
4.3.3 Comprimento e diâmetro de fruto	95
4.3.4 Peso e comprimento de coroa	97
4.3.5 Relação coroa/fruto e índice de colheita.....	99
4.3.6 Sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez.....	101
4.4 Partição de assimilados	103
4.5 Efeito da salinidade da água de irrigação no solo cultivado.....	111
5. CONCLUSÕES	114
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
APÊNDICE	133

LISTA DE TABELAS

	pág
Tabela 1. Dados climáticos obtidos no período compreendido entre o plantio e a colheita do experimento. Sapé, PB. 2001-2002.....	24
Tabela 2. Características físicas e hídricas do solo da área experimental, coletado à profundidade de 0-20 e 20-40 cm. Sapé, PB. 2001.....	25
Tabela 3. Análises químicas do solo, na profundidade de 0-20 cm. Sapé, PB. 2001.....	26
Tabela 4. Resultados das análises químicas da água de irrigação. Sapé, PB. 2001.....	28
Tabela 5. Análises de variância do número de folhas (NFo) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados em quatro estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.....	37
Tabela 6. Análises de variância do número de folhas (NFo) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade (CEa) de água estudados, com desdobramento para estudar níveis de salinidade dentro de genótipos e genótipos dentro de níveis de salinidade, no estádio de frutificação.....	38
Tabela 7. Médias do número de folhas de plantas (NFo) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados, no estádio de frutificação.....	41
Tabela 8. Análise de variância da fitomassa de folha (FFo) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta.....	42
Tabela 9. Análise de variância da fitomassa de caule (FCa) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta.....	46

Figura 21.	Relação linear da área foliar (AF) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) no estágio de indução floral.....	71
Figura 22.	Relação linear do índice de área foliar (IAF) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água(CEa) no estágio de indução floral.....	74
Figura 23.	Médias da razão de área foliar (RAF) de genótipos de abacaxizeiro nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.....	76
Figura 24.	Relação quadrática da razão de área foliar (RAF) de genótipos de abacaxizeiro em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.....	77
Figura 25.	Dados de fluorescência inicial (F_0) do fotossistema II, observados nos genótipos de abacaxizeiro, aos 6, 12 e 15 meses, em função de níveis de salinidade de água (CEa).....	81
Figura 26.	Dados de eficiência quântica (F_v/F_m) do fotossistema II, observados nos genótipos de abacaxizeiro, aos 6, 12 e 15 meses, em função de níveis de salinidade de água (CEa).....	82
Figura 27.	Relação F_v/F_0 do fotossistema II, observados nos genótipos de abacaxizeiro, aos 6, 12 e 15 meses, em função de níveis de salinidade de água (CEa).....	83
Figura 28.	Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) dos genótipos de abacaxizeiro, nos diferentes horários de avaliação.....	86
Figura 29.	Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) da cultivar Smooth Cayenne, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação.....	87

Figura 30.	Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) da cultivar Pérola, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação...	88
Figura 31.	Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) do híbrido Roxo, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação...	89
Figura 32.	Relações do peso de frutos (PFr) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade (CEa), no estágio de maturação.....	93
Figura 33.	Médias de fitomassa de fruto (FFr) dos genótipos de abacaxizeiro estudados, no estágio de maturação.....	94
Figura 34.	Relação linear da fitomassa de fruto (FFr) de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.....	94
Figura 35.	Médias do comprimento de fruto (CFr) dos genótipos de abacaxizeiro estudados, na colheita.....	95
Figura 36.	Relação linear do comprimento de fruto (CFr) de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.....	96
Figura 37.	Médias do diâmetro de fruto (DFr) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.....	96
Figura 38.	Relação linear do diâmetro de fruto (DFr) de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.....	97
Figura 39.	Médias do peso da coroa do fruto (PCo) de genótipos de abacaxizeiro, na colheita.....	98
Figura 40.	Relação linear do peso da coroa (PCo) do fruto de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), na colheita.....	98
Figura 41.	Médias do comprimento da coroa (CCo) do fruto de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.....	99

	pág
Figura 42. Relação coroa/fruto (Co/Fr) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.....	100
Figura 43. Índice de colheita (IC) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.....	101
Figura 44. Médias de sólidos solúveis totais (SST) de frutos de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.....	102
Figura 45. Médias da acidez de frutos (AC) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.....	102
Figura 46. Partição de assimilados no crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro cultivar Pérola, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados. FFo = fitomassa de folha; FCA = fitomassa de caule; FFr = fitomassa de fruto; FCo = Fitomassa de coroa; FFi = Fitomassa de filhote.....	105
Figura 47. Partição de assimilados no crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro cultivar Smooth Cayenne, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados FFo = fitomassa de folha; FCA = fitomassa de caule; FFr = fitomassa de fruto; FCo = Fitomassa de coroa; FFi = Fitomassa de filhote.....	106
Figura 48. Partição de assimilados no crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro híbrido Roxo, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados. FFo = fitomassa de folha; FCA = fitomassa de caule; FFr = fitomassa de fruto; FCo = Fitomassa de coroa; FFi = Fitomassa de filhote.....	107
Figura 49. Linhas de tendências da partição de assimilados para fitomassa de folha (FFo) de genótipos de abacaxizeiro para cada nível de salinidade de água (CEa), em função dos estádios de desenvolvimento da planta.....	109
Figura 50. Linhas de tendências da partição de assimilados para fitomassa de caule (FCa) de genótipos de abacaxizeiro para cada nível de salinidade de água (CEa), em função dos estádios de desenvolvimento da planta.....	110

VIABILIDADE DO USO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO DE GENÓTIPOS DE ABACAXIZEIRO

RESUMO

Esta pesquisa avalia o efeito de diferentes salinidades de água de irrigação sobre os índices de crescimento e desenvolvimento, fisiológicos e de produção e qualidade do fruto dos genótipos de abacaxizeiro (*Ananas comosus comosus* (L.) Merrill) Pérola, Smooth Cayenne e Roxo. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com parcelas subdivididas com três repetições, sendo testadas nas parcelas principais cinco níveis de salinidade e nas subparcelas os genótipos. O trabalho foi realizado durante os anos de 2001 e 2002 na Estação Experimental do Abacaxi, localizada no Município de Sapé, PB e pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - Emepa. As águas de irrigação foram preparadas mediante adição de NaCl em quantidade suficiente para a obtenção dos níveis de salinidade correspondentes às condutividades elétricas (CEa) de 0,28, 0,78, 1,28, 1,78, e 2,28 dS m⁻¹. Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento com uma linha lateral de gotejadores por fileira e espaçados de 15 cm, irrigadas a cada dois dias com lâmina de água de 5 mm. As avaliações foram procedidas em quatro épocas: no crescimento inicial aos 6 meses, na indução floral aos 12 meses, na frutificação aos 15 meses e na maturação do fruto e sua colheita aos 18 meses. A salinidade da água de irrigação, no intervalo de CEa 0,28-2,28 dS m⁻¹ afetou os genótipos de abacaxizeiro de forma diferenciada, bem como os estádios de desenvolvimento da planta. As cultivares Pérola e Smooth Cayenne, irrigadas com água salina são igualmente afetadas na produção de fitomassa, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, índice de área foliar e taxa de assimilação líquida. A cultivar Smooth Cayenne tem maior número de folhas, sendo esse índice reduzido em 41,9% pelo aumento dos níveis de CEa até 2,28 dS m⁻¹. Essa cultivar foi a menos afetada em peso de coroa, relação coroa/fruto e acidez, sendo a mais afetada em peso de fruto. A cultivar Pérola comporta-se igualmente à Smooth Cayenne e supera o híbrido Roxo em fitomassa de fruto, índice de colheita, comprimento de coroa e sólidos solúveis totais. A cultivar Smooth Cayenne apresenta melhor desempenho na eficiência quântica do PS II, com menor fluorescência inicial (F₀) e maior aumento na razão F_v/F₀, seguido do híbrido Roxo, sendo a Pérola a mais afetada. As maiores médias de condutância estomática foram observadas na cultivar Smooth Cayenne e as menores na Pérola. Na partição de assimilados, as folhas constituíram o principal destino dos fotossintatos, seguindo-se do fruto, caule, filhotes e coroa. Quanto ao efeito da água salina no solo cultivado, observou-se que os parâmetros relativos a pH, CEes, RASes e PST, não alcançaram os níveis comprometedores para crescimento e desenvolvimento das plantas.

VIABILITY OF THE USE OF SALINE WATER IN THE GROWTH AND IN THE PRODUCTION OF PINEAPPLE GENOTYPES

ABSTRACT

This research evaluates the effect of different salinities of irrigation water on the rates of growth, development, physiology, production and quality of the fruit of pineapple genotypes (*Ananas comosus comosus* (L.) Merrill) “Pérola”, Smooth Cayenne and “Roxo”. The experiment was established in a randomized block design in a split plot scheme, with three replicates, being tested in the main plots five salinity levels and in the split plots the genotypes. The work was carried out between 2001 and 2002 at the Pineapple Research Station, in Sapé, PB, Brazil, which belongs to Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - Emepa. The irrigation waters were prepared by the addition of NaCl in enough amount for the attainment of the salinity levels corresponding to the electrical conductivities (EC_w) of 0.28, 0.78, 1.28, 1.78 and 2.28 dS m⁻¹. A drip irrigation system with a lateral line of drippers per row spaced at 15 cm was used, with irrigation at every other day with water depths of 5 mm. The evaluations were done in four phases: in the initial growth at 6 months, in the floral induction at 12 months, in the fruit development at 15 months and in the maturation of the fruit and in its harvest at 18 months. The salinity of the irrigation water, in the interval of EC_w 0.28-2.28 dS m⁻¹ affected the pineapple genotypes in different ways, as well as, the developing stages of the plant. The “Pérola” cultivar presented better results related to stalk length, leaf area index, leaf area ratio, relative water content, fruit length, crown length and total soluble solids, whereas the Smooth Cayenne cultivar was more tolerant to cultivation with saline water, having better performance related to fruit weight, fruit phytomass, fruit diameter, crown weight, crown / fruit relation, acidity, harvest index, number of leaves, leaf phytomass, stem phytomass and total phytomass. The “Roxo” hybrid did not present good performance in the cultivation with saline water. The genotypes presented similar results in relation to the stomatic conductance, having the Smooth Cayenne bigger photosystem quantic efficiency (PSII) than the others. In the partition of the assimilated, the leaves constituted the main destination of the photosynthates, followed by the fruit, stem, younglings and crown. In relation to the effect of the saline water on the cultivated soil, it was observed that the parameters pH, EC_e, SAR_e and ESP, did not reach levels which could compromise growth and development of the plants.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio do abacaxi representa importante papel socioeconômico pela geração de emprego e renda nos diversos segmentos da cadeia produtiva dos Estados produtores. O Brasil é o terceiro produtor mundial de abacaxi, cultivando aproximadamente 60 mil hectares, situando-se logo após a Tailândia e Filipinas em produção e área cultivada. A Paraíba é o maior produtor nacional, com 20,45% da área e 23,02% da produção (Souza et al., 1999 e IBGE, 2006). A área plantada e a produção paraibanas têm sido variáveis nos últimos anos, entretanto, ainda permanece no mercado o conceito firmado pela qualidade do produto paraibano, sendo o fruto de maior procura e valor comercial do país.

No Brasil, o cultivo vem sendo tradicionalmente realizado em regime de sequeiro. Sob tais condições, existe um acervo de tecnologias suficiente para o suporte da produção em bases tecnológicas avançadas e com perspectivas de sucesso econômico. Reconhece-se, entretanto, a necessidade e a urgência em se disponibilizar mais informações sobre o cultivo irrigado, como forma de aumentar o fluxo de produção e a regularidade do mercado durante todo o ano, reduzindo a sazonalidade da oferta, contribuindo para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos frutos.

A qualidade da água é um dos fatores que tem reduzido ou impossibilitado a expansão da fruticultura no Nordeste, pois muitas áreas com elevado potencial de cultivo são abastecidas por fontes de qualidade inferior para a irrigação. Essa situação se agrava pelo fato da região apresentar altas taxas de evapotranspiração e pluviosidade insuficiente para uma lavagem adequada dos sais, favorecendo o processo de salinização dos solos. Águas consideradas como inadequadas para a irrigação podem ser usadas com sucesso no cultivo de determinadas plantas, sem maiores conseqüências a longo prazo para culturas e solo, desde que sejam utilizadas práticas de manejo culturais adequadas. A possibilidade de uso de águas salinas na irrigação deve ser considerada como uma alternativa viável e importante, considerando-se a escassez em muitas regiões, expectativa também demonstrada por Rhoades et al. (1992). Por isto, é importante o estudo do comportamento das culturas quando irrigadas com águas salinas.

Mesmo na abacaxicultura irrigada, ainda ocorrem perdas de produção, com graves prejuízos para os produtores, principalmente à época do período seco, devido

ao racionamento na utilização da água disponível, com a priorização do seu uso para consumo humano. Desta forma, torna-se urgente alcançar formas de utilização, no cultivo irrigado, de águas menos comprometidas com o consumo humano e que se apresentem com menor possibilidade de afetar a capacidade de produção e a qualidade dos produtos.

Além da pouca informação disponível sobre a qualidade da água usada no cultivo do abacaxi irrigado, são muito poucos os dados relativos à avaliação do comportamento de genótipos em condições de salinidade. As cultivares atualmente mais cultivadas Pérola e Smooth Cayenne, mesmo sendo clones, constituem-se em misturas de genótipos que vêm se multiplicando, geração após geração, acumulando variabilidade suficiente para se identificarem materiais com comportamento diferenciado. Presume-se que nessas populações haja variabilidade para resposta à seleção em condições salinas. Nesse aspecto, as cultivares híbridas recentemente obtidas, através de novas combinações e arranjos de natureza genética (Barreiro Neto et al., 1999), podem possibilitar maior adaptação a ambientes específicos como os da agricultura irrigada e adaptabilidade a estresses de ambiente, dentre os quais, a salinidade. Além disso, esses híbridos são resistentes à fusariose, representando material de expressivo valor, porquanto melhoram significativamente a qualidade do produto, pelo menor uso de pesticidas e reduzem os custos de produção, constituindo-se para o consumidor em material de grande apelo como produto ecológico.

Algumas culturas conseguem produzir rendimentos economicamente satisfatórios em níveis elevados de salinidade do solo, enquanto outras podem até não se desenvolver. A salinidade afeta as plantas em todos os estádios de desenvolvimento, mas é importante reconhecer que os dados de tolerância aos sais não podem fornecer, com precisão, as perdas de produtividade em função da condutividade elétrica para todas as situações, uma vez que a resposta das plantas à salinidade varia com outros fatores, como: condições climáticas, solo, manejo, irrigação, genótipo, fase de crescimento e outros (Tester e Davenport, 2003 e Ayers e Westcot, 1999).

Assim, o objetivo do presente trabalho consistiu em estudar o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre as características morfofisiológicas da planta, bem como sobre a produção e a qualidade dos frutos de diferentes genótipos de abacaxizeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Qualidade da água de irrigação

A água por ser um bem escasso de suma importância para os seres vivos e indispensável à agricultura irrigada, requer cuidado quanto ao seu uso, exigindo um manejo adequado. Conforme Ayers & Westcot (1999), a importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início do século XX. A falta de atenção a este aspecto devia-se à disponibilidade de águas de boa qualidade e de fácil utilização, mas esta situação está mudando em vários lugares, em função do aumento de utilização de águas de boa qualidade para consumo humano, restando como alternativa o uso de águas de qualidade inferior na agricultura.

A possibilidade do uso de águas salinas na irrigação pode ser considerada como uma alternativa viável e importante. Rhoades et al. (1992) comentam existir muitas evidências a ilustrar a grande disponibilidade de águas salinas e várias experiências em todo o mundo, de seu uso em irrigação, sob diferentes condições. Tais experiências demonstram que águas muito mais salinas que aquelas costumeiramente classificadas como “inadequadas para irrigação”, podem, de fato, ser usadas eficientemente na produção de determinadas culturas sob certas condições.

Toda e qualquer água utilizada na irrigação contém sais, em quantidades e qualidades diferentes (Kovda et al., 1973). Até a água proveniente das chuvas possui sais, apesar de ser em quantidade insignificante. Para Kamphorst & Bolt (1976), quando se aplica água em uma cultura, mesmo de boa qualidade, são incorporadas quantidades apreciáveis de sais ao solo, portanto, deve ser uma preocupação constante a prevenção da salinização em áreas irrigadas. Pizarro (1985) destacou que o manejo inadequado da água de irrigação, mesmo de excelente qualidade, poderá causar a salinização do solo.

Ao se irrigar uma cultura, determinada quantidade de sais é incorporada ao solo e, através da retirada dessa água pelo sistema radicular das plantas ou da evaporação, o teor de sais aumenta no perfil do solo. Porém, nem todos os sais incorporados pelas águas permanecem no solo, mesmo em regiões áridas ou semi-

áridas. Parte desses sais é eliminada por lâminas sucessivas de irrigação ou pelas chuvas, através do processo de percolação; outra parte, em pequena quantidade, pode ser absorvida pelas plantas para atender suas necessidades e, ainda, parte pode ser subtraída mediante precipitação de sais, de modo que, em determinados locais, a concentração de sais do solo tenda a atingir um estado de equilíbrio (Gheyi et al., 1992).

Medeiros (1992) e Ayers & Westcot (1999) enfatizaram que qualidade da água de irrigação diz respeito à massa e ao tipo de sais nela dissolvidos, destacando-se na maioria das vezes os sais de sódio, cálcio, magnésio e potássio, na forma de cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos, em diferentes proporções, dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica, época e outros. De acordo com Richards (1989) e Daker (1984), os sais de maiores proporções encontrados nos solos salinos são compostos de cálcio, sódio e magnésio na forma de cloretos e sulfatos, encontrando-se, com menor frequência, compostos de potássio, carbonato e bicarbonato.

A salinização é um dos principais fatores a prejudicar a produção agrícola em áreas irrigadas (Rhoades & Loveday, 1990). Segundo dados da ONU, citados por Szabolcs (1986), a salinização secundária, proveniente do uso inadequado de técnicas de irrigação, afeta a metade de todas as áreas irrigadas no mundo.

A qualidade da água tem efeito na salinização do solo, na sua estrutura física e também sobre as plantas. Em áreas irrigadas, o aparecimento de problemas de salinidade pode estar relacionado à irrigação com água de alta concentração salina, a aplicação de lâminas excessivas de água, provocando elevação do lençol freático, e ao manejo inadequado do solo e da água.

Os problemas de salinidade existentes em áreas irrigadas estão relacionados principalmente ao manejo inadequado da irrigação (Holanda & Amorim, 1997). Costa & Gheyi. (1984), Leprun (1983), Laraque (1989) e Audry & Suassuna (1990) afirmaram que nesta região as águas utilizadas nas irrigações apresentam, na maioria das vezes, concentrações totais de sais na faixa de 1 a 30 meq L⁻¹ (condutividade elétrica de 0,1 a 3 dS m⁻¹).

Pode a água de irrigação conter normalmente centenas e, às vezes, milhares de mg L⁻¹ de sais, níveis bastante elevados se comparados com os da água proveniente das chuvas que é de aproximadamente 10 mg L⁻¹ (Bernstein, 1974).

Souza (1971) cita que nas regiões áridas e semi-áridas, através da água de irrigação podem ser introduzidas toneladas de sais por hectare/ano, tornando-o salino.

Águas residuárias ainda não são fontes potenciais de utilização pela abacaxicultura regional, tanto pelo volume disponível quanto pela concentração espacial ao longo das regiões de cultivo. No nordeste, existem milhares de poços cujas águas são utilizadas para irrigação, representando um importante insumo na cadeia produtiva e cujo uso pode trazer danos ao meio ambiente, segundo Medeiros et al. (2003). Águas salinas originadas dessas fontes subterrâneas, como poços amazonas e tubulares são mais comuns que águas residuárias, constituindo-se em fontes potenciais de maior expressão.

Para Ayers & Westcot (1999), as características básicas mais importantes que qualificam a água para irrigação são: concentração total de sais solúveis expressa em ppm, meq L⁻¹ ou em termos de condutividade elétrica a 25 °C em dS m⁻¹; concentração relativa de sódio; teor de íons tóxicos, principalmente sódio, boro e cloreto, expressos em ppm ou meq L⁻¹, e outras características como nitrogênio e pH. Dentre outros autores, Palacios & Aceves (1970), Kovda et al. (1973) e Christiansen et al. (1977) contribuíram acrescentando que além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser levados em consideração e analisados em conjunto, quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação. Entre tais fatores, podem ser apontados o manejo de irrigação e drenagem, as características do solo, a tolerância das culturas a serem exploradas e as condições climáticas locais. Para Shainberg & Oster (1978) e Van Hoorn & Van Alphen (1994), a adequabilidade da água destinada à irrigação deve ser analisada levando-se em consideração os efeitos potenciais sobre o rendimento das culturas e as mudanças nas características do solo.

A qualidade da água de irrigação pode ser considerada como um importante fator, mas nunca deve ser esquecido que ele é tão somente um dentre outros fatores e que não é possível desenvolver um sistema de classificação universal que possa ser usado sob todas as circunstâncias (Logan, 1965; Hoorn, 1971; Yaron, 1973). Medeiros & Gheyi (1994) enfatizaram a necessidade do desenvolvimento de um sistema de classificação de água, próprio para as condições brasileiras, como medida para se ter um prognóstico seguro de seu efeito, quando usada em irrigação. Enquanto não se define um sistema de tal natureza se sugere que, para classificação quanto à salinidade seja utilizada a proposição do UCCC (University of California Committee of Consultants), citada por Frenkel (1984) e Pizarro (1985).

2.2 Efeito dos sais sobre as plantas

As diversas culturas respondem diferentemente aos efeitos dos sais. Cavalcante et al. (2001) relataram que os sais da água de irrigação ou aqueles já existentes no solo podem exercer efeitos prejudiciais às plantas nas suas distintas fases. Há espécies que são mais sensíveis durante o processo de germinação e, após este período, vão se ajustando paulatinamente ao estresse salino. Há aquelas que toleram maior nível de salinidade até a emergência das plântulas e são menos tolerantes durante a fase de crescimento. Há também as que são mais fortemente afetadas durante a floração e frutificação que por ocasião do processo germinativo e crescimento inicial. As frutíferas sofrem efeitos depressivos dos sais, tanto em função da concentração como da espécie iônica. Isto significa que a germinação, o crescimento e o desenvolvimento, o rendimento biológico e produtivo das plantas podem ser diferencialmente afetados tanto pelos níveis salinos de uma mesma fonte, como pelo mesmo índice de diferentes tipos de sais.

Estudos com diferentes espécies frutíferas apresentam resultados diversos. Farias et al. (2003) ao testarem lâminas de irrigação e salinidade de água em meloeiro, concluíram que o índice foliar e a acumulação de fitomassa seca não foram afetados pela salinidade da água de irrigação. Para a cultura do melão, cultivares irrigadas com água salina tenderam a reduzir a altura e a área foliar com a salinidade, do início para o final do crescimento (Alencar et al., 2003). O crescimento das bananeiras Pacovan e Marmelo foi afetado significativamente pelos diferentes níveis de salinidade na água de irrigação, verificando-se reduções na altura, diâmetro do pseudocaule e área foliar (Carmo et al., 2003). Na cultura do cajueiro, Carneiro et al. (2002) concluíram que o incremento da salinidade da água em genótipos de caju inibiu o crescimento da planta em altura, área foliar, produção de fitomassa seca da parte aérea e total, mas aumentou o teor de água das folhas.

Os efeitos dos sais sobre as culturas podem ser decorrentes da dificuldade de absorção de água, por interferência dos sais nos processos fisiológicos, ou mesmo, por toxidez similar àquelas de adubações excessivas (Richards, 1989 e Lima, 1997).

O acúmulo gradativo de sais solúveis na solução do solo poderá afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas, mediante efeitos diretos (disponibilidade de água no solo, toxidez) e efeitos indiretos.

Ayers & Westcot (1999) afirmaram haver redução do teor de água no interior das plantas quando expostas às condições de alta salinidade, por tempo prolongado, com efeitos negativos sobre o crescimento, por necrose e/ou queimaduras nas folhas e danos nos tecidos. Os problemas de toxidez, freqüentemente, acompanham ou complicam os de salinidade, podendo aparecer mesmo quando a condutividade elétrica do solo for baixa. Para Prisco (1980), a salinidade é um fator que interfere no metabolismo das plantas, em função da espécie vegetal e do tipo de sal existente no solo.

A salinidade afeta tanto o crescimento como a produção das culturas e qualidade do produto, manifestando-se principalmente na redução da população das plantas e em seu desenvolvimento, com sintomas similares aos causados por estresse hídrico. Além disso, afeta as propriedades físico-químicas dos solos que, por sua vez interferem no crescimento vegetal (Rhoades et al., 1992). Segundo os mesmos autores, a salinidade excessiva reduz o crescimento da planta, por causa do aumento no dispêndio de energia para absorver água do solo e realizar os ajustes bioquímicos necessários à sobrevivência em condições de estresse. Essa energia é utilizada para estabilização das diferenças de energia dos processos responsáveis pelo crescimento e produção.

Bernstein & Hayward (1958) consideraram que os efeitos da salinidade do solo sobre a produção das culturas estão relacionados à menor disponibilidade fisiológica de água (pressão osmótica), à interferência na absorção de nutrientes pelas raízes e a uma acumulação de quantidades tóxicas de vários íons no interior da planta.

Ainda são escassas as informações sobre o efeito da salinidade da água e/ou do solo na qualidade de produção, embora tais efeitos sejam aparentes e tenham sido notados sob condições de campo; em geral, a salinidade do solo, tanto é causada pela irrigação com água salina, como pela combinação dos fatores água, solo e manejo das culturas, podendo resultar em declínio da produção, mudanças de cor, aparência dos frutos e alterações na composição do produto colhido. Trabalhando com melociro, Porto Filho et al. (2001) e Gurgel (2006) concluíram que a irrigação com água salina aumenta os teores de sólidos solúveis totais.

O crescimento de algumas plantas bem como, sua composição podem ser influenciadas positivamente sob certos níveis de salinidade. Shalhevet et al. (1969) relataram aumento no conteúdo de óleo em sementes de amendoim com o aumento

da salinidade até $3,16 \text{ dS m}^{-1}$. Shalhevet & Yaron (1973), trabalhando com tomate, comentaram ter havido um aumento marcante nos sólidos solúveis do extrato, um importante fator para a industrialização das plantas. Caso os processadores comprem tomate com base no conteúdo de sólidos totais, não serão penalizados, economicamente, pela salinidade no limite de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$. Pasternak et al. (1979) afirmaram que a salinidade moderada pode aumentar os rendimentos de algodão.

2.2.1 Efeito osmótico

À medida que aumenta a concentração salina da solução do solo, sua pressão osmótica também é aumentada, podendo atingir um nível em que as raízes das plantas não terão energia de sucção suficiente para superar essa pressão e, conseqüentemente, a planta não conseguirá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido (seca fisiológica). Às vezes, dependendo do grau de salinidade, a planta, em vez de absorver, poderá até perder a água que se encontra em seu interior para o meio (Bernstein, 1975; Gheyi et al., 1992).

Para Ayers & Westcot (1999), quando a água do solo é retida com força superior às forças de extração, inicia-se o estado de escassez de água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito de osmose e, portanto, a magnitude do problema de escassez de água na planta. Tal efeito acumulativo faz com que a disponibilidade de água para a cultura diminua à medida que a salinidade aumenta.

A ocorrência de uma quantidade excessiva de sais na solução do solo acarreta a diminuição do seu potencial osmótico, provocando redução na quantidade de água absorvida pela semente, afetando significativamente seu processo germinativo (Prisco, 1978).

A menor absorção de água pelas plantas em condições salinas produz sintomas semelhantes aos de seca periódica como, por exemplo, um murchamento temporário, folhas queimadas, cor verde azulada de certas plantas, crescimento reduzido e folhas pequenas (Doorenbos & Pruitt, 1997). Conforme Silva (1981), Torres (1987) e Khatri et al. (1991), o alto teor de sais no solo, especialmente o cloreto de sódio, pode inibir a germinação devido aos efeitos osmótico e/ou tóxico.

As células dos tecidos radiculares das plantas, sob condições salinas, são impedidas de absorver água do substrato ou a fazem numa velocidade muito lenta, devido à inibição osmótica imposta pela elevada concentração salina da solução do solo (Epstein, 1975; Menguel & Kirkby, 1987).

Izzo et al. (1993) demonstraram que a redução do crescimento de plantas de milho, sob condições de estresse salino, está associada a uma redução do potencial hídrico da planta, o que indica um ajustamento osmótico decorrente da síntese de solutos compatíveis. Trabalhando com alface, Viana et al. (2004) constataram que a causa preponderante da redução do crescimento das plantas foi de natureza osmótica, não se observando desequilíbrio nutricional nem problemas de toxicidade, até o nível de CEa de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$.

2.2.2 Efeito tóxico

Os problemas de toxicidade e de salinidade são diferentes. O primeiro ocorre internamente na planta e não é provocado pela falta de água. Normalmente, a toxicidade origina-se quando certos cátions, absorvidos pela planta com a água do solo, são acumulados na folha, durante a transpiração, em quantidades suficientes para provocar distúrbios. Os danos podem reduzir significativamente os rendimentos e, sua magnitude depende do tempo, concentração dos íons, sensibilidade das plantas e uso de água pelas culturas (Ayers & Westcot, 1999).

O contato direto dos sais nas folhas e ramos pode provocar toxicidade às plantas. Nesse sentido, Bernstein & François (1973), Meiri (1984) e Rhoades et al. (1992) citaram que culturas irrigadas por aspersão estão potencialmente sujeitas a danos adicionais causados por absorção foliar de sais e dessecação (queima) pelo contato das folhas com a água.

Os íons tóxicos mais comumente contidos nas águas de irrigação são o cloreto, o sódio e o boro, sendo a toxicidade causada pelo cloreto, a mais freqüente. Os danos podem ser causados individualmente ou em combinação. Conforme Parente Filho (1996), após estudos enfocando a ação dos diversos íons sobre as culturas, o cloreto e o sódio são o ânion e o cátion mais tóxicos, respectivamente. Os cátions monovalentes são considerados mais danosos sobre a permeabilidade da

membrana do que os divalentes (Leopold & Willing, 1984), o que confirma a toxidez desses íons. Para Rhoades & Loveday (1990), íons como sulfato, bicarbonato, carbonato, cálcio, magnésio, potássio, nitrato e lítio, quando em concentrações suficientemente elevadas, são igualmente tóxicos.

Purizaga (1961) verificou a toxicidade relativa dos sais solúveis na seguinte ordem decrescente: NaCl, CaCl₂, KCl, NaNO₃, MgCl₂, KNO₃, Mg(NO₃)₂, Na₂CO₃, K₂CO₃, Na₂SO₄, K₂SO₄ e MgSO₄. Posteriormente, comparou os ânions e cátions de concentrações semelhantes dos sais, em três solos diferentes, concluindo que o ânion mais tóxico foi o cloreto, seguido do nitrato, do carbonato e do sulfato, enquanto o cátion mais tóxico foi o sódio, seguido do cálcio, do potássio e do magnésio.

Segundo Ungar (1978), uma característica das halófitas que as distingue das glicófitas é a habilidade de suas sementes permanecerem dormentes, sem perda de viabilidade, em altas soluções salinas e, posteriormente, germinarem após redução da concentração. Provavelmente, as glicófitas não têm esse nível de adaptação, devido ao NaCl ter efeito tóxico além de osmótico (Redman, 1974), enquanto em halófitas o principal efeito é o osmótico (William & Ungar, 1972).

Os efeitos do excesso de sais solúveis sobre as plantas são devido à pressão osmótica elevada e à ação tóxica de alguns elementos como sódio e cloreto, que chegam a causar distúrbios fisiológicos na planta, podendo ocasionar a sua morte (Mello et al., 1983).

Condições específicas presentes em solos salinos e ou sódicos podem afetar, marcadamente, diferentes processos metabólicos das plantas, como assimilação de CO₂, fotossíntese, síntese de proteínas, respiração, relações hídricas, reações enzimáticas e conversão de fitohormônios (Strogonov, 1964; Meiri & Shalhevet, 1973; Menguel & Kirkby, 1987).

2.2.3 Efeito nutricional

O efeito adverso da salinidade na absorção e utilização de nutrientes está relacionado com o aumento da pressão osmótica na solução do solo, com a acumulação de certos íons no tecido vegetal, em condições tóxicas e diminuição no

crescimento do sistema radicular (Allison, 1964; Pessarakali et al., 1989 e Postal, 1990).

Especificamente em solos sódicos, os problemas mais graves são os altos níveis de sódio (comparados aos de cálcio), o elevado pH, a baixa atividade biológica e o baixo potencial de oxidação que resultam na redução da taxa de mineralização da matéria orgânica e em conseqüência na disponibilidade de N, P, S, Mn, B, Zn, Cu e Fe (Santos & Muraoka, 1997).

A presença de sódio e/ou de outros cátions, em quantidades elevadas na solução do solo, pode afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas indiretamente, devido ao seu efeito sobre as condições físicas do solo ou sobre a disponibilidade de outros elementos. Por exemplo, quando no extrato de saturação do solo há teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH poderá alcançar valores altos, de até dez, por exemplo. Nessas condições, a disponibilidade de vários elementos essenciais às plantas (Zn, Mn e Fe) é reduzida e, portanto, o seu crescimento é influenciado, não diretamente pelo carbonato de sódio, mas por seu efeito sobre o pH do solo. Do mesmo modo, o excesso de um íon poderá provocar deficiência de outro devido à precipitação (Gheyi et al., 1992).

Após analisarem os diferentes aspectos da interação salinidade x fertilidade, Jurinak & Wagenet (1981) concluíram não estarem bem esclarecidos os fatores que contribuem para aumentar ou diminuir a produção, em função da interação, contudo dois mecanismos podem ser considerados: (1) a pressão osmótica da solução do solo aumenta com a concentração de sais, tornando a água do solo menos disponível às plantas; e (2) a salinidade do solo afeta a absorção de macro e micronutrientes, fato comprovado nos estudos de Lunin & Gallatin (1965) e Hassan et al. (1970a e 1970b). Deve-se considerar serem estes efeitos proeminentes, dependendo da cultura e do nutriente, afetando tanto a produção como a concentração dos nutrientes nas diferentes partes da planta.

Segundo Fageria (1985), o aumento da salinidade de 0,29 a 15,0 dS m⁻¹ diminui os teores de P e K na planta de arroz. O mesmo autor enfatizou que o desbalanço nutricional, devido à salinidade, é a principal causa na redução da produtividade do arroz em solos salinos.

Nóbrega Neto et al. (1999), trabalhando com diferentes níveis de NaCl na germinação e desenvolvimento inicial da leucena, observaram decréscimo na porcentagem de germinação com o aumento das concentrações de NaCl, acima de

0,15 %, provavelmente, em consequência do reflexo adverso na nutrição mineral e na dificuldade de embebição de água salina pela semente, devido ao baixo potencial osmótico da solução do solo.

O aumento da concentração de sódio no meio radicular pode inibir a absorção de potássio devido à relação competitiva entre cátions monovalentes. A elevação da concentração de sódio na solução nutritiva ocasiona diminuição simultânea nos teores de cálcio na parte aérea e na raiz, independente da característica adaptativa das culturas estudadas. (Kawasaki et al., 1983; Izzo et al., 1991; Alberico & Cramer; 1993; Cramer et al., 1994 e Azevedo Neto & Tabosa, 2000)

Trabalhos com plantas sob estresse salino têm demonstrado que a suplementação de cálcio reduz a acumulação líquida de sódio e mantém os níveis de potássio e metabólitos fosfatados no tecido radicular, além de reduzir as perdas de fósforo (Colmer et al., 1994).

2.3 Tolerância das plantas à salinidade

2.3.1 Generalidades

As culturas não respondem de maneira semelhante à salinidade, ou seja, algumas conseguem produzir rendimentos economicamente viáveis, em níveis elevados de salinidade do solo, enquanto outras podem até não conseguir desenvolver-se. De uma maneira geral, a salinidade afeta as plantas em todos os estádios de desenvolvimento, sendo que, em algumas culturas mais sensíveis, isto pode variar dos primeiros estádios aos últimos.

A capacidade dos vegetais superiores se desenvolverem satisfatoriamente em solos salinos depende de vários fatores inter-relacionados, podendo-se citar: a constituição fisiológica da planta, o seu estágio de crescimento e hábitos radiculares. Silva (1983) reportou serem mais tolerantes aos sais as espécies de crescimento lento, em comparação com as de crescimento rápido.

Segundo Richards (1989), a tolerância à salinidade pode ser analisada de acordo com os seguintes critérios: (a) capacidade da cultura em sobreviver em solos

salinos; (b) rendimento da cultura em solos salinos; e (c) rendimento da cultura em solo salino, comparado ao de um solo não salino, sendo este último critério o melhor para estudos comparativos. Na seleção de culturas para solos salinos, deve ser dada atenção particular à sua tolerância à salinidade, durante o desenvolvimento inicial, pois baixas produções, freqüentemente resultam de falhas na obtenção de densidades satisfatórias de plantas. Algumas culturas tolerantes em fase posterior às do crescimento, são muito sensíveis no estágio inicial.

A tolerância de cada espécie e de cultivar aos sais da solução do solo aumenta com a capacidade de adaptação a uma alta sucção interna de solutos e diminui com sua resistência a essa adaptação (Black, 1975).

Algumas culturas podem alcançar valores de oito a dez vezes a tolerância de outras. A amplitude da tolerância relativa permite um maior uso das águas de salinidade moderada e aumenta a faixa aceitável das águas salinas consideradas adequadas para irrigação (Ayers & Westcot, 1999).

Shainberg & Oster (1978) e Maas (1986) abordaram que o clima parece afetar bem mais as culturas sensíveis à salinidade do que as tolerantes. Normalmente, as culturas de clima ou estação fria são mais tolerantes a elevados níveis de salinidade que as cultivadas em clima quente ou em meses quentes e secos.

É importante reconhecer que os dados de tolerância aos sais não podem fornecer, com precisão, as perdas de produtividade quantitativas em função da condutividade elétrica, para todas as situações, uma vez que a resposta das plantas à salinidade varia com outros fatores, como condições climáticas e de solo, manejo agrônômico e de irrigação, genótipo, fase de crescimento e outros (Rhoades et al., 1992).

2.3.2 Mecanismos de tolerância das plantas à salinidade

Existem plantas originárias de ambientes salinos, com notável capacidade de adaptação à salinidade, sendo capazes de desenvolver sucção interna de solutos de 30 a 50 bars e crescer melhor em solos afetados por sais do que em solos normais; tais plantas são denominadas de halófitas. Outras espécies cultivadas com finalidade econômica, também têm capacidade suficiente para se adaptar a uma maior sucção

interna de solutos, porém, em menor grau que as halófitas, comumente chamadas de glicófitas (Black, 1975 e Läuchli & Epstein, 1984).

As halófitas têm seu mecanismo de tolerância baseado no ajustamento osmótico, ou seja, elas absorvem, por exemplo, cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam nas folhas, para estabelecer o equilíbrio osmótico com baixo potencial de água do solo. Esse ajuste osmótico se dá com o acúmulo dos íons absorvidos nos vacúolos das células das folhas, mantendo a concentração salina no citoplasma em baixos níveis, de modo a não haver interferência nos mecanismos enzimáticos e metabólicos e na hidratação das proteínas em nível celular. É importante ressaltar que não há fluxo através da membrana (tonoplasto) que separa o citoplasma e o vacúolo, mesmo com elevado gradiente de concentração e, também, que o ajuste osmótico é obtido por substâncias compatíveis com as enzimas e os metabólitos ali presentes. Esses solutos são de natureza orgânica, na maioria das vezes, como os compostos nitrogenados (Lima, 1997). As glicófitas depositam a maior fração do sódio absorvido nas raízes e na parte inferior do caule, transferindo uma fração muito pequena para as folhas (Epstein, 1975).

Os resultados referentes à tolerância de plantas a elevados níveis de salinidade devem ser analisados e interpretados adequadamente antes de serem aplicados na prática. Os critérios de avaliação podem envolver mecanismos morfológicos (folhas mortas, redução em peso de matéria seca da parte aérea ou grãos) e mecanismos fisiológicos (Fageria & Gheyi, 1997).

2.3.2.1 Mecanismos morfológicos

É variável a tolerância das culturas aos sais solúveis e ao sódio. Segundo Santos & Hernandez (1997), são várias as alterações existentes nas plantas com esse objetivo, entre as quais se citam adaptações naturais representadas por aspectos morfológicos (maior succulência devido à presença de um grande parênquima paliádico) e anatômicos (estrias de Caspary mais largas e segunda endoderme no córtex).

Conforme Fageria (1984), o mais evidente mecanismo de tolerância aos sais é a adaptação morfológica das plantas. O principal efeito negativo da salinidade é a

redução da disponibilidade de água. Portanto, nas espécies tolerantes ocorrem mudanças morfológicas e anatômicas para superar a deficiência hídrica. As mudanças de estrutura são variáveis entre espécies e entre cultivares e incluem: folhas menores e em número reduzido, poucos estômatos por unidade de área foliar, espessamento da cutícula das folhas, diminuição da diferenciação e desenvolvimento dos tecidos vasculares.

Uma das características morfológicas utilizadas na avaliação baseia-se no número de folhas presentes na planta, em dado nível de salinidade, sendo os genótipos classificados como: tolerantes, moderadamente tolerantes ou moderadamente susceptíveis e susceptíveis (Fageria & Gheyi, 1997). Outra característica morfológica é a redução na produção de matéria seca dos grãos, sob certo grau de salinidade, em relação à testemunha; este critério é considerado como o melhor para a avaliação devido à sua aplicação em condições de campo. Além destes critérios, pode ser usado o índice de eficiência de produção (IEP), calculado através da relação entre a produção média obtida com alto e baixo nível de salinidade, para classificar os genótipos quanto à tolerância a salinidade (Fageria, 1991).

2.3.2.2 Mecanismos fisiológicos

Fageria & Gheyi (1997) afirmaram ser os mecanismos fisiológicos de adaptação, como acumulação e exclusão de íons e ajustamento osmótico os mais importantes. As plantas tolerantes à salinidade devem ser capazes de ajustar o potencial osmótico das células, o que envolve tanto a absorção e a acumulação de íons como a síntese de solutos orgânicos. A importância relativa de muitos mecanismos varia entre espécies de planta (Rush & Epstein, 1981), entre cultivares da mesma espécie e, em alguns casos, entre partes da planta (Weisel, 1972 e Fageria & Gheyi, 1997).

A taxa de absorção é variável entre íons e, por isso, influencia o balanço iônico na planta. O Cl^- contribui muito mais para o ajustamento osmótico que o SO_4^{2-} , pois a absorção do Cl^- é muito mais rápida. Quando a salinidade consiste predominantemente de cátions monovalentes e ânions bivalentes, como Na_2SO_4 , a taxa de cátions absorvidos é maior que a de ânions. Nessa situação, o balanço iônico

é alcançado através da síntese e da acumulação de ácidos orgânicos (Maas & Hoffman, 1977; Maas & Nieman, 1978).

Resultados de Läuchli & Epstein (1984) indicam que, no ajuste osmótico, não há fluxo através do tonoplasto que separa o citoplasma e o vacúolo, de um compartimento para outro, mesmo em condições de elevado gradiente de concentração. O ajuste osmótico é obtido por substâncias compatíveis com as enzimas e os metabólitos ali presentes. Esses solutos são, na maioria, de natureza orgânica como: compostos nitrogenados e, em algumas plantas, açúcares como sorbitol. Lima (1997) cita que as plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico e sofrem com decréscimo de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico por osmose.

As halofíticas acumulam certos íons inorgânicos em altas concentrações e se utilizam deles para manter o potencial osmótico dos tecidos em nível menor que o potencial externo. Em muitas alohalofíticas, a diferença entre cultivares tolerantes à salinidade é associada ao baixo teor de absorção e à acumulação de Na^+ ou Cl^- em toda a planta ou na parte aérea. Neste caso, a tolerância é relacionada ao mecanismo de exclusão de íons no momento de absorção de água e/ou nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (Fageria & Gheyi, 1997). Läuchli (1984) observou que a maioria das leguminosas responde à salinidade pela exclusão de sais das folhas. A tolerância à salinidade de soja, alfafa e trigo é também relacionada à exclusão de Na^+ e ou Cl^- na parte aérea (Noble & Rogers, 1992). Assim, a seleção destas espécies tomando como base a exclusão de Na^+ ou Cl^- pode ser um bom critério.

Possivelmente, o mecanismo mais importante para regular o potencial osmótico seja a absorção seletiva de íons. Plantas tolerantes possuem capacidade de absorver nutrientes essenciais da solução salina em que a concentração de íons não essenciais (tóxicos) é muito maior que a de íons essenciais. Por exemplo, a concentração de Na^+ , em solução de solos salinos, é maior que a de K^+ . Entretanto, a relação $\text{Na}:\text{K}$, em plantas que crescem neste tipo de solo, é aproximadamente igual a um ou menos. Esta alta especificidade para absorção de K^+ está presente em várias espécies de plantas (Fageria & Gheyi, 1997).

As plantas que acumulam sais em ajustamento osmótico são denominadas de eualofíticas e aquelas que acumulam mais solutos, em comparação aos sais, são chamadas glicohalofíticas. Por exemplo, em cenoura, o aumento de concentrações de

sacarose, sob condições salinas, é o componente principal de ajustamento osmótico, mas, em beterraba, os sais são o principal componente, em lugar de sacarose. Nas eualofíticas, geralmente há acumulações de sais, na forma de NaCl (Weisel, 1972). Estas plantas possuem mecanismo de adaptação para alta concentração de sais pelo aumento da suculência, pelo acúmulo em partes menos sensíveis, pela exclusão do excesso de sais de seus órgãos ou por várias combinações deste mecanismo (Fageria & Gheyi, 1997).

Santos & Hernandez (1997) citam que algumas plantas tolerantes produzem solutos orgânicos reguladores do gradiente osmótico no citoplasma ou no vacúolo, por exemplo, sorbitol nas raízes, glicina e betaína nas folhas. É muito útil a variabilidade genética entre as plantas, por permitir a seleção de espécies e de cultivares mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos, economicamente aceitáveis, em condições de salinidade.

2.3.3 Eficiência fotossintética

Quando se incide uma iluminação forte (luz actínica) sobre uma folha, mantida anteriormente numa fase de escuro, verifica-se uma elevação inicial da fluorescência, denominada de fluorescência mínima inicial F_0 , que representa a emissão de luz pelas moléculas de clorofila "a" excitadas, antes da energia ser dissipada para o centro do fotossistema II (FS II). O valor de F_0 serve de referência para a determinação dos outros parâmetros da fluorescência e pode ser aumentado por situações de estresse ou danos sofridos pelo FS II, uma vez que, em tais situações, pode ocorrer desconexão do sistema-antena com o centro de reação. Com essa desconexão, em vez de a energia ser transmitida para os centros das reações, ocorre aumento na excitação das moléculas de clorofila, emitindo essa excitação em forma de fluorescência. A fluorescência corresponde a uma luz emitida pela clorofila, apresentando dois pontos máximos de emissão na faixa de 682nm e 740nm (Campostrini, 2002).

Durante uma iluminação rápida, após o ponto de observação da fluorescência na folha ter sido mantido no escuro, o rendimento do processo fotoquímico se reduz a zero e, numa pequena fração de segundo, a dissipação de energia na forma de fluorescência atinge seu valor máximo (F_m). O valor elevado da fluorescência no

período de indução fotossintética é posteriormente reduzido quando, após um determinado tempo de iluminação das folhas, as reações de fixação do carbono se tornam ativas, conforme observado por Campostrini (2002).

A fluorescência da clorofila “a” pode ser, também, usada para quantificar a resposta do abacaxizeiro ao estresse salino. Plantas submetidas a estresse ambiental sofrem alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, provocando mudanças nas características dos sinais da fluorescência da clorofila, os quais podem ser quantificados nas folhas conforme relatado por Baker & Rosenqvist, (2004). Konrad et al. (2005) observaram para a cultura do café que estes estresses causam queda na condutância estomática e nas reações bioquímicas de fixação do CO₂; provocam injúrias na formação e na função do cloroplasto, afetando as membranas do tilacóide e o transporte dos elétrons e interferindo de forma direta na taxa de assimilação de CO₂.

2.3.4 Partição de assimilados

A avaliação dos índices de crescimento e desenvolvimento da planta sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação, permite identificar se a partição dos fotossintatos entre as diferentes partes da planta ocorreu privilegiando a quantidade de matéria seca total ou a produção econômica representada pelo fruto, e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, podendo ser muito útil no estudo do comportamento de um vegetal sob diferentes condições ambientais e de cultivo (Benincasa, 2003).

A diferença na distribuição de matéria seca entre as frações da parte aérea pode estar relacionada às características das cultivares e condições climáticas. Essas características incluem a capacidade de absorção de água e nutrientes, a eficiência fotossintética e a partição de assimilados, que determinam as diferenças de crescimento da planta e a produção de frutos, estando de acordo com observações Antonini et al. (2002) e Souza et al. (2005), em berinjela.

A tolerância à salinidade é uma característica multigênica, de efeito cumulativo apresentando variabilidade entre as espécies, cultivares e estádios de desenvolvimento. O estresse salino ocasiona mudanças na partição de assimilados no

interior das plantas, condicionando-as a desenvolver mecanismos de ajuste, que refletem os efeitos das alterações do balanço fonte-dreno. Assim, as cultivares submetidas à diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, condicionam a produção e a distribuição de fotoassimilados aos efeitos do estresse sob as taxas de crescimento, produção de matéria seca e produção econômica.

2.4 O abacaxizeiro

O abacaxizeiro (*Ananas comosus comosus* L. Merr.) é uma planta monocotiledônea, herbácea perene, da família *Bromeliaceae*, cujas espécies podem ser divididas, em relação a seus hábitos, nestes dois grupos: as epífitas, que crescem sobre outras plantas, e as terrestres, que crescem no solo à custa das próprias raízes. Os abacaxis pertencem ao segundo grupo, mais precisamente aos gêneros *Ananas* e *Pseudananas*, mesmo apresentando algumas características das epífitas, por exemplo, a capacidade de armazenar água tanto no tecido especial de suas folhas como em suas axilas (Py, 1969).

São conhecidos aproximadamente, 50 gêneros e 2000 espécies de bromeliáceas (Py et al., 1984). Algumas espécies têm valor ornamental, outras produzem excelentes fibras para cordoaria e fabricação de material rústico (sacaria), tecidos finos e outros. A maioria dessas espécies é encontrada nas condições naturais de regiões tropicais da América e apenas algumas poucas são vistas em zonas temperadas.

Os gêneros *Ananas* e *Pseudananas* diferenciam-se dos demais da família *bromeliaceae* pelo fato de produzirem um fruto do tipo sincarpo, formado pela coalescência dos frutos individuais, das brácteas adjacentes e do eixo da inflorescência, enquanto nos outros gêneros os frutos permanecem livres (Py, 1969).

O abacaxizeiro compõe-se de um caule (talo) curto e grosso, em cuja volta crescem folhas em forma de calha, estreitas e rígidas, e no qual também se inserem raízes axilares. O sistema radicular é fasciculado, superficial e fibroso, encontrado em geral à profundidade de até 30cm e, raramente, a mais de 60cm da superfície do solo. A planta adulta das variedades cultivadas mede 1,00-1,20m de altura e 1,30-1,50m de diâmetro.

Cunha et al. (1994) dividem o ciclo da cultura do abacaxi em três etapas: a) fase vegetativa, estendendo-se do plantio à diferenciação floral; b) fase produtiva (envolvendo a floração e frutificação), da diferenciação floral à colheita do fruto; c) fase propagativa, que se inicia ainda no estágio produtivo, passando pela colheita do fruto e continuando no desenvolvimento (“ceva”) e colheita das mudas.

O abacaxi, uma planta tropical originária de regiões de clima quente e seco ou de pluviosidade irregular, era até poucos anos cultivado geralmente em áreas virgens, recém-desmatadas. Por essa razão, sempre foi tido como uma planta rústica, requerendo poucos tratos culturais para crescer e produzir. Entretanto, em termos de exploração econômica, o abacaxizeiro é uma planta exigente em tratos culturais frequentes.

Sendo uma planta de metabolismo CAM, o abacaxizeiro apresenta necessidades hídricas bastante diferentes em relação à maioria das culturas. Como não há transpiração durante o dia, a evapotranspiração máxima é baixa, variando entre 700 e 1000mm por ano (Doorembos & Kassam, 2000), mas o abacaxizeiro pode sobreviver a longos períodos de seca, graças à sua capacidade de reter água nas folhas e também devido ao baixo consumo de água, a planta pode sobreviver sob baixo conteúdo de água no solo.

Os mecanismos morfológicos e fisiológicos do abacaxizeiro lhe permitem um uso eficiente de água e uma baixa taxa de transpiração. Segundo Awad & Castro (1983), as folhas de plantas típicas com metabolismo CAM, caso do abacaxi e dos cactos, em ambientes áridos, abrem os estômatos durante a noite para permitir a entrada de CO₂ e os fecham durante o dia para limitar a transpiração. Em condições de abundância de água no solo, os estômatos dessas plantas ficam abertos durante o dia. Neste caso, certas plantas CAM podem deixar de utilizar a via metabólica C₄ na fixação inicial do CO₂ atmosférico diretamente pela via C₃ (Ciclo de Calvin).

As plantas com característica CAM, em geral, apresentam baixa produtividade, entretanto, os efeitos simultâneos de ótimas condições de água, temperatura do ar, luz e CO₂ líquido, podem elevar consideravelmente os rendimentos dessa espécie, sendo este o caso específico do abacaxi (Bartholomew & Kadzimin, 1977).

2.5 Salinidade e abacaxizeiro

Em abacaxizeiro, o sistema de irrigação mais utilizado é via aspersão. Ao irrigar com água de salinidade de diferentes níveis de CEa, via irrigação localizada por gotejamento, minimiza-se o efeito dos sais sobre as folhas, mais ainda, o gotejamento proporciona uniformidade de distribuição em faixas molhadas, economia de água e fertilizantes, menor incidência de ervas, menor impacto sobre o solo, maior eficiência no uso da água e redução de perdas por evaporação (Bernardo, 1989).

No método de irrigação por gotejamento, o turno de rega é, em geral, muito pequeno, o teor de umidade dentro do “bulbo molhado” é sempre bastante elevado, mantendo menor concentração de sal dentro do bulbo e maior na sua periferia, permitindo, assim, maior volume de raízes na região de menor salinidade. Por essa razão, Coelho et al. (1999) relacionam o método de irrigação por gotejamento como o mais adequado à cultura do meloeiro por propiciar condições favoráveis ao desenvolvimento e produção da cultura.

Embora ainda se disponha de poucos dados, o abacaxizeiro demonstra ter alta tolerância à salinidade do solo ou da água de irrigação. Esta tolerância foi mostrada mantendo-se a cultura em diferentes soluções salinas ou pulverizando as plantas com água do mar (Sideris & Young, 1955). A redução do crescimento observada como uma resposta para o aumento da salinidade, pode ser devido não apenas a fatores osmóticos, mas também ao desbalance nutricional. Estudando o efeito do estresse salino com NaCl, em plantas sob aclimatação, Barroso et al. (2003) indicaram que o efeito do estresse salino aplicado in vitro continua durante a aclimatação devido a alterações fisiológicas geradas durante o processo.

Os efeitos do conteúdo de sal no solo ou na água de irrigação sobre o crescimento do abacaxizeiro foram estudados por Wambiji et al. (1976), usando filhotes e rebentões irrigados com água de CEa igual a 2, 4, 6 e 8 mmhos cm^{-1} . Houve diminuição do comprimento e peso da folha, dos pesos de matéria fresca e seca da planta e o potencial total da água da folha diminuiu com o aumento da concentração de sal.

Marinho et al. (1998), estudando o efeito de níveis de salinidade da água sobre o crescimento do abacaxizeiro Smooth Cayenne, observaram reduções significativas nas variáveis estudadas (índice de enraizamento das plantas, emissão

de folhas, área foliar, fitomassa das partes aérea e raiz da planta) com a elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação, ocorrendo os efeitos mais drásticos nos tratamentos com salinidade acima de 3 dS m^{-1} . Para Alvarez et al. (1995), teores de NaCl na água de irrigação a partir de $1,85$ e $3,00 \text{ dS m}^{-1}$ afetaram negativamente a produção e a qualidade dos frutos de abacaxi da variedade Red Spanish.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Abacaxi, pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – Emepa, localizada no município de Sapé, distando 54 km de João Pessoa e localizada na mesorregião Mata Paraibana, nas coordenadas geográficas: 7° 05' 47" S e 35° 13' 58" W.Gr., a uma altitude de 123m. O plantio foi realizado em abril de 2001 e a colheita dos frutos se deu em outubro de 2002. O clima da região, conforme a classificação climática de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido) com precipitação pluvial média anual entre 900 e 1.000 mm, concentrando-se a ocorrência de chuva no período de março a setembro; a temperatura média anual é de 26,5 °C com máxima de 34 °C e mínima de 28 °C e a umidade relativa do ar varia entre 80 e 90% (Tabela 1). O solo da região é classificado conforme Embrapa (1999) como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, cujas características físicas e químicas encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 1. Dados climáticos obtidos no período compreendido entre o plantio e a colheita do experimento. Sapé, PB. 2001-2002.

Período	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)		Temperatura (°C)	
		9h	15h	Máxima	Mínima
Ano 2001					
Abril	141,90	91,00	89,60	29,40	23,70
Maio	7,50	86,40	91,20	31,40	23,70
Junho	159,00	89,00	90,00	29,70	23,00
Julho	94,00	92,00	90,00	28,10	22,40
Agosto	54,30	90,00	91,00	23,70	20,90
Setembro	45,90	89,70	90,30	30,00	22,30
Outubro	5,70	87,90	86,00	30,90	23,00
Novembro	3,00	86,70	85,60	32,90	23,60
Dezembro	36,80	88,60	87,80	32,70	23,80
Ano 2002					
Janeiro	106,20	89,00	91,00	31,30	23,10
Fevereiro	40,20	87,07	89,80	32,32	23,85
Março	165,70	87,93	89,50	31,41	23,96
Abril	74,80	88,63	90,50	31,06	23,93
Maio	89,90	89,41	92,20	30,80	23,87
Junho	273,00	89,73	93,30	28,33	23,46
Julho	67,60	91,58	93,60	27,96	21,74
Agosto	68,70	90,67	92,45	28,12	22,00
Setembro	6,40	87,40	92,36	30,20	21,44
Outubro	30,20	88,77	93,23	31,55	22,52
Novembro	30,70	87,45	90,09	31,81	23,65
Dezembro	2,60	87,03	90,87	33,13	23,94

Tabela 2. Características físicas e hídricas do solo da área experimental, coletado à profundidade de 0-20 e 20-40 cm. Sapé, PB. 2001.

Características Físicas	Valores
Granulometria g k⁻¹	
Areia	656,6
Silte	88,2
Argila	255,2
Classificação textural	Franco Argiloso Arenosa
Densidade aparente kg. dm⁻³	1,39
Densidade das partículas kg dm⁻³	2,64
Porosidade - %	47,35
Umidade - %	
Natural	1,11
0,33 atm	9,39
15,0 atm	6,26
Água disponível (mm)	3,13

Tabela 3. Análises químicas do solo, na profundidade de 0-20 cm. Sapé, PB. 2001.

Características químicas	Profundidade (0-20 cm)
Cálcio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	0,97
Magnésio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	0,15
Sódio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	0,21
Potásio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	0,16
S ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	1,49
Hidrogênio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	4,45
Alumínio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	0,60
T ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	6,54
PST	3,21
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência
Carbono orgânico g k^{-1}	1,08
Matéria orgânica g k^{-1}	1,86
Nitrogênio g k^{-1}	0,10
Fósforo assimilável $\text{mg (100g}^{-1}\text{)}$	5,63
pH $\text{H}_2\text{O (1: 2,5)}$	4,83
Condutividade elétrica – dS m^{-1} (Suspensão solo-água)	0,15
pH (Extrato de saturação)	4,48
Condutividade elétrica- dS m^{-1} (Extrato de saturação) CEes	0,41
Cloreto ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	1,25
Carbonato ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	0,00
Bicarbonato ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	2,60
Sulfato ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	Ausência
Cálcio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	0,25
Magnésio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	1,25
Potássio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	0,67
Sódio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	2,76
Percentagem de saturação	22,00
Relação de adsorção de sódio (mmolL^{-1}) ^{1/2}	2,83
Salinidade	Não salino

3.2 Tratamentos e delineamento estatístico

Os tratamentos consistiram das combinações de três genótipos: Pérola, Smooth Cayenne e Roxo com cinco níveis de salinidade da água de irrigação, 15 tratamentos com três repetições, totalizando 45 parcelas. A parcela experimental foi constituída de uma fileira com 36 plantas no espaçamento 0,30m. Entre duas parcelas foi plantada uma fileira do genótipo Pérola, sem contar com linha específica de gotejadores, objetivando servir de bordadura, evitando a influência dos níveis de salinidade entre fileiras adjacentes que receberam níveis diferentes de água salina. Dos três genótipos utilizados, dois já são cultivados comercialmente (Pérola e Smooth Cayenne), sendo o Roxo um híbrido de coloração arroxeadada e resistente à fusariose, oriundo do programa de melhoramento genético da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – Emepa. (Barreiro Neto et al., 1999 e Barreiro Neto et al., 2002b).

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com arranjo de parcelas subdivididas com três repetições, sendo testadas nas parcelas principais, cinco níveis de salinidade de água e nas subparcelas, os três genótipos de abacaxizeiro. Cada subparcela foi constituída de uma fileira com 12 plantas.

3.3 Preparo das águas de irrigação

As águas utilizadas na irrigação foram preparadas tomando-se como base a água proveniente de um poço tubular ($CEa = 0,28 \text{ dS m}^{-1}$) a partir da adição de NaCl em quantidade suficiente para se obter os níveis de condutividade elétrica da água (CEa) de 0,28, 0,78, 1,28, 1,78 e 2,28 dS m^{-1} . As águas foram preparadas em volume suficiente para cada irrigação, armazenadas em caixas de PVC de 1.000 L, uma para cada nível de CEa estudado, devidamente protegidas, para se evitar a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que possam comprometer a sua qualidade.

No preparo das águas de irrigação foi considerada a relação CEa e concentração de sais ($\text{meq L}^{-1} = CEa * 10$), extraída de Rhoades et al. (1992), válida

para CEa de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ em que se enquadram os níveis testados. As análises químicas da água proveniente do poço tubular foram realizadas no laboratório de análise de solo e água da UFPB, de acordo com Richards (1989) e Embrapa (1997) e encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados das análises químicas da água de irrigação. Sapé, PB. 2001.

Características	Valor
Condutividade elétrica (μscm^{-1} a 25°C)	280
Potencial hidrogeniônico (pH)	5,03
Cálcio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	0,35
Magnésio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	1,60
Sódio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	1,16
Potássio ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	0,04
Carbonatos ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	0,00
Bicarbonatos ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	0,37
Cloretos ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	2,30
Sulfatos ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)	Ausência
Relação de adsorção de sódio (RAS) (mmolL^{-1}) ^{1/2}	1,17
Classe de água	C ₃ S ₁

3.4 Instalação e condução do experimento

Do plantio à colheita foram adotadas as recomendações técnicas do sistema de produção recomendado por Oliveira et al. (1999). O preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens cruzadas. O sistema de irrigação foi por gotejamento com uma linha lateral de gotejadores por fileira e espaçados de 15 cm, com irrigações a cada 2 dias com lâmina de água de 5 mm.

A demanda de água do abacaxizeiro varia ao longo do ciclo da planta e dependendo do estágio de crescimento e das condições de umidade do solo, pode ser de 1,3 a 5,0 mm.dia⁻¹; um cultivo comercial exige, em média, uma quantidade mensal de 60 a 150 mm (Oliveira et al., 2002).

O controle das plantas invasoras foi efetuado com limpas manuais à enxada. Para controle da cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*), antes do plantio, as mudas foram tratadas por imersão numa solução contendo 0,05% do i.a. de dimetoato, durante um minuto, além das pulverizações durante o desenvolvimento das plantas, aos 3, 7 e 10 meses após o plantio. A indução floral foi realizada aos 12 meses após o plantio com carbureto de cálcio utilizando-se aproximadamente 0,5 g/planta.

Para o controle da fusariose e da broca do fruto foram utilizados fungicidas à base de tiofanato-metilico (1g L^{-1}) e inseticida a base de carbaril ($1,5\text{ g L}^{-1}$), em quatro aplicações a intervalos de sete dias, a partir do aparecimento da inflorescência. A colheita foi realizada durante o sexto mês após a indução floral, quando os frutos atingiram o ponto de colheita mais adequado, o que corresponde à condição de casca parcialmente amarela, nas variedades Pérola e Smooth Cayenne .

Foram realizadas cinco adubações químicas, sendo três sólidas e duas líquidas. A primeira adubação de cobertura foi feita dois meses pós-plantio, utilizando-se 4,0g por planta de uréia, 7,0g por planta de superfosfato simples e 4,0g por planta de cloreto de potássio. A segunda e a terceira adubações ocorreram aos 7 e 11 meses pós-plantio, utilizando-se 6,0 g por planta de uréia e 6,0 g por planta de cloreto de potássio. As duas adubações líquidas ocorreram nos intervalos das adubações sólidas, aos 5 e aos 9 meses, utilizando-se 40,0 kg de uréia e 40,0 kg de cloreto de potássio por hectare.

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Índices de crescimento e desenvolvimento

Aos 6, 12, 15 e 18 meses de idade foram coletadas amostras de 2 plantas por subparcela, com exceção da última, que constou de 3 plantas. Estas épocas foram importantes para a avaliação do crescimento e desenvolvimento das plantas, pois traduzem, respectivamente, o crescimento inicial (0-12 meses), a indução floral (12 meses), a frutificação (14-17 meses) e a maturação do fruto e sua colheita (17-18 meses).

Na contagem do número total de folhas (N_{Fo}), foram consideradas as que estavam verdes e com o limbo totalmente aberto. Na avaliação da fitomassa da parte aérea, as plantas foram cortadas rente à superfície do solo (colo da planta), com pesagem imediata de sua parte aérea. Em seguida, as folhas, caule, coroa e filhotes foram devidamente separados, acondicionados em sacos de papel e postos para secar em estufa de circulação com ar quente, à temperatura de 65°C até peso constante, obtendo-se a fitomassa de cada componente da parte aérea e a fitomassa total (F_{To}) que compreendeu a soma das porções: folhas (F_{Fo}), caule (F_{Ca}), filhotes (F_{Fi}), fruto (F_{Fr}) e coroa (F_{Co}).

O diâmetro do caule (D_{Ca}) foi obtido através de corte e medição na secção mediana, e o comprimento do pedúnculo (C_{Pe}) por mensuração da porção compreendida entre a parte terminal do caule e a base do fruto, no ponto de ligação deste ao pedúnculo. O número de filhotes (N_{Fi}) compreendeu a contagem dos brotos inseridos no pedúnculo.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) para fitomassa foi determinada de acordo com a equação contida em Fernandes (2002).

$$TCA = \frac{FPA_2 - FPA_1}{t_2 - t_1}$$

Onde: TCA = Taxa de crescimento absoluto (g.dia⁻¹); FPA₁ = Fitomassa da parte aérea relativa ao tempo *t*₁ (g); FPA₂ = Fitomassa da parte aérea relativa ao tempo *t*₂ (g); *t*₂ - *t*₁ = Intervalo de tempo entre duas observações (dias)

O valor da taxa de crescimento relativo (TCR) traduz o aumento da matéria seca num determinado intervalo de tempo. Segundo Hunt (1990), a TCR expressa a unidade de material produzido por unidade de matéria preexistente, durante um intervalo de tempo. É a medida mais apropriada para a avaliação de crescimento vegetal porque é dependente do material que está sendo acumulado. Na sua avaliação foi considerada a seguinte equação, contida em Fernandes (2002):

$$TCR = \frac{TCA}{MS} \quad (\text{mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{ ou g g}^{-1} \text{ dia}^{-1})$$

Onde: TCA – taxa de crescimento absoluto (g dia⁻¹ ou mg dia⁻¹); MS – matéria no início do período (g ou mg).

3.5.2 Índices fisiológicos

Teor de água das folhas

Foram determinados o teor relativo de água (TRA) e o déficit de saturação (DS). O TRA foi obtido por diferença entre o peso da matéria fresca e da matéria seca, expresso em porcentagem sobre o peso de matéria fresca. Na obtenção da fitomassa fresca, as folhas foram destacadas da planta e imediatamente pesadas em balança de precisão de 0,01g. e calculado o TRA de acordo com a equação a seguir, contida em Cairo (1995).

$$TRA = \frac{PF - PS}{PT - PS} \times 100$$

Onde: PF, PS e PT representam, respectivamente, o peso da matéria fresca, o peso da matéria seca e o peso túrgido de discos foliares de 2cm de diâmetro, expressos em grama.

Na determinação do PS os discos foliares permaneceram em estufa de circulação forçada a 70°C, até atingirem peso constante. O déficit de saturação (DS) foi obtido por diferença entre o valor 100 e o Teor relativo de água (DS = 100 – TRA), expresso em porcentagem sobre o peso de matéria fresca. Para determinação do PT, os discos foliares frescos foram colocados em bandejas com água destilada durante 12 horas, após o que, foram enxugados, pesados e os valores anotados.

A partir dos dados de matéria seca, obtidos nas avaliações, foram calculados os seguintes índices fisiológicos:

Área foliar

A área foliar (AF) foi determinada mediante a relação entre o peso de discos foliares de área conhecida e a fitomassa das folhas da planta (Fernandes, 2002). É um

dos melhores indicadores de produtividade, pois a fotossíntese depende da intercepção de energia luminosa pelas folhas e a área foliar da planta constitui-se, assim, a base do rendimento potencial da cultura.

Índice de área foliar

O índice da área foliar (IAF) é uma das principais variáveis biofísicas de um dossel vegetal, estando diretamente relacionado com a sua evapotranspiração e sua produtividade. Compreende a área da superfície total das folhas da planta por unidade de superfície de solo ocupada pela planta, e é expresso em $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$ ou $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$.

Razão de área foliar

Para avaliação da razão de área foliar (RAF) foram utilizados os dados de área foliar e de matéria seca, de acordo com a equação contida em Fernandes (2002).

$$RAF = \frac{AF}{FTO} \text{ (cm}^2 \text{ g}^{-1}\text{)}$$

Taxa de assimilação líquida

A taxa de assimilação líquida (TAL) foi obtida através da relação entre a taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar, utilizando-se do valor de RAF dos respectivos períodos, conforme indica o modelo a seguir, apresentado por Fernandes (2002).

$$TAL = \frac{TCR}{RAF} \text{ (mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

Eficiência fotossintética e condutância estomática

Para avaliação da eficiência fotossintética (EF) ou quântica, foi utilizado o método de fluorescência da clorofila do fotossistema II (PS-II), medida “in vivo”, com o equipamento detector de fluorescência tipo “Plant efficiency analyser”,

fabricado pela Hansatech Instruments Co. – England. A folha mediana da planta foi adaptada a condições de escuro (com leafclip) por um mínimo de 30 min., obtendo-se dados de fluorescência inicial (F_0), máxima (F_m), variável (F_v), F_v/F_m e F_v/F_0 , segundo procedimentos contidos em Scholes & Horton (1993).

Entre 0,5 e 2 sec após a folha ter sido iluminada, todos os centros de reação do sistema fotossintético tornam-se fechados (o acceptor Q_a é reduzido, fotoquímica equivale a zero quenching fotoquímico igual a zero) e a fluorescência passa a atingir o seu valor máximo (F_m). O valor do incremento da fluorescência F_0 até atingir o valor F_m é denominado de fluorescência variável (F_v).

A condutância estomática foi determinada utilizando-se o equipamento Porômetro AP4 da Delta-T-Devices LTDA. Cambridge, England. Os dados foram registrados como condutância, na unidade mm s^{-1} , coletados em todos os tratamentos e em diferentes horários do dia e da noite.

3.5.3 Índices de produção e qualidade

Compreendem os dados relativos ao peso do fruto sem coroa (PFr); fitomassa de fruto (FFr); comprimento do fruto (CFr); diâmetro do fruto (DFr); peso da coroa (PCo); comprimento da coroa (CCo); relação coroa/fruto (Co/Fr) e índice de colheita (IC), e determinados por ocasião da colheita aos 18 meses e cujas variáveis têm dimensão de grama e/ou centímetro. As medidas referentes à massa e extensão foram tomadas diretamente em todos os frutos da parcela e os resultados expressam o valor médio obtido.

O índice de colheita indica a proporção dos produtos fotossintetizados que são translocados para o fruto, em relação ao total produzido de fitomassa.

$$IC = \frac{MSF}{MSTo}$$

Onde: MSF = Matéria seca do fruto (g); MSTo = Matéria seca total (g)

A relação coroa/fruto foi obtida pela razão entre a fitomassa da coroa e a fitomassa do fruto. Foram determinados, ainda, os índices qualitativos de teor de sólidos solúveis totais (SST), medidos em °Brix com uso de um refratômetro e expressa a percentagem, de sólidos dissolvidos na água presente no suco; e a acidez total titulável do suco (ACi) obtida mediante titulação com solução de NaOH 0,1 N.

3.5.4 Partição de assimilados

Conforme já descrito anteriormente no item 3.5.1, foram obtidos valores de F_{Fo}, F_{Ca}, F_{Fi}, F_{Fr} e F_{Co}, de cuja soma resulta a F_{To}, em todas as parcelas e subparcelas do experimento. A partir dos dados de fitomassa obtidos para os três genótipos, em cinco níveis de salinidade da água e em quatro estádios de desenvolvimento, foram calculadas as proporções relativas de cada componente, em relação à fitomassa total.

3.6 Análise de solo

Além das análises físicas e químicas de solo referidas na Tabela 2 e 3, foram realizadas também, ao final do experimento, análises químicas visando avaliar nas camadas de 0-20 e 20-40cm a evolução dos níveis de salinidade nos diversos tratamentos.

A análise química do solo permite avaliar a fertilidade e as necessidades de corretivos e fertilizantes, bem como identificar a ocorrência de solos salinos, alcalinos e salino-sódicos. Portanto, o monitoramento da evolução de sais no solo é importante, sobretudo em regiões áridas e semi-áridas, para prevenir que áreas irrigadas se tornem improdutivas devido à salinização/sodificação, causando enormes prejuízos sócio-econômicos.

Para a realização das análises químicas, foram coletadas amostras de solo (aproximadamente 1 kg) que foram secas ao ar, destorroadas, passadas em peneiras de 2 mm e analisadas para determinação dos parâmetros: pH_{ps} (pH da pasta

saturada), CE_{es} (condutividade elétrica do extrato de saturação) a 25°C, cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+), ânions (Cl^- , CO_3^- e HCO_3^-) no extrato e relação de adsorção de sódio (RAS) de acordo com a metodologia proposta por Richards (1989) e Embrapa (1997).

3.7 Análise estatística

Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância univariada, utilizando-se do teste F para comparação dos quadrados médios dos fatores estudados. Nos casos de interação significativa foi realizada análise com desdobramento para se estudar o efeito de cultivar em cada nível salino, bem como o efeito de nível salino em uma mesma cultivar. Os dados das variáveis número de folhas e número de filhotes foram previamente transformados em $\sqrt{X+1}$ para fins de análise estatística. A comparação entre médias de cultivares foi efetivada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os efeitos de níveis de sal foram estudados por meio de análise de regressão polinomial (Gomes, 1985). Nas análises estatísticas, foi utilizado o programa Statistical Analysis System (SAS), desenvolvido pelo SAS Institute (2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Índices de crescimento e desenvolvimento

4.1.1 Número de folhas

Pelos resumos das análises de variância (Tabela 5), o número de folhas (NFo) variou entre os genótipos ($P < 0,01$), nos estádios de frutificação e maturação, o mesmo não acontecendo nos estádios de crescimento vegetativo e indução floral. Efeitos de níveis de salinidade também foram verificados sobre o número de folhas do abacaxizeiro nas fases de crescimento vegetativo, indução floral e maturação. Foi verificada interação significativa ($P < 0,01$) entre genótipos e níveis de salinidade da água, apenas na frutificação, aos quinze meses de desenvolvimento da planta, implicando a modificação de análise para se estudar o efeito de genótipos em um mesmo nível salino e o efeito de níveis de salinidade em um mesmo genótipo, conforme se constata na Tabela 6.

Deve-se considerar que o abacaxizeiro emite folhas novas apenas na fase de crescimento vegetativo, e a partir da indução floral o meristema apical da planta diferencia-se para produzir o fruto. Na frutificação e maturação, aos 15 e 18 meses, o número de folhas da cultivar Smooth Cayenne foi significativamente ($P < 0,05$) maior do que o da cultivar Pérola e do híbrido Roxo, os quais apresentaram número de folhas similar, conforme se observa na Figura 1.

Tabela 5. Análises de variância do número de folhas (N_{Fo}) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados em quatro estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

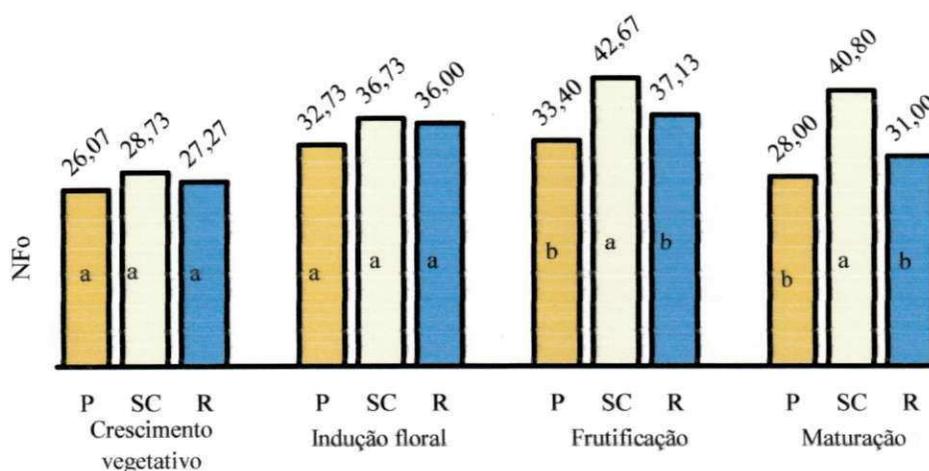
Fontes de variação	GL	Quadrados Médios ⁽¹⁾			
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	0,5198 **	0,1988	0,2477	0,00681
Nível de CEa = N	4	0,4532 **	1,1495 **	1,0120	1,2590 *
Linear	1	0,1531	3,8887 **	-	3,4893 **
Quadrático	1	1,3672 **	0,1050	-	0,6492
Desvios de regressão	2	0,1462	0,3021	-	0,4487
Resíduo (a)	8	0,0510	0,1401	0,3180	0,2328
Genótipo = G	2	0,2239	0,5065	1,8935 **	4,4502 **
G x N	8	0,1304	0,2919	0,7127 **	0,2032
Resíduo (b)	20	0,1514	0,2390	0,1848	0,4187
CV _(a) (%)		4,24	6,23	9,06	8,24
CV _(b) (%)		7,33	8,14	6,95	11,15

* e ** P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente, pelo teste F; ⁽¹⁾ Análise realizada com dados transformados em $\sqrt{X + 1}$; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 6. Análises de variância do número de folhas (NFo) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade (CEa) de água estudados, com desdobramento para estudar níveis de salinidade dentro de genótipos e genótipos dentro de níveis de salinidade, no estágio de frutificação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios ⁽¹⁾
Blocos	2	0,2477
Nível de CEa na cultivar Pérola	4	0,5516
Nível de CEa na cultivar Smooth cayenne	4	1,5483
Nível de CEa no genótipo Roxo	4	0,3374
Genótipo = G	2	1,8935 **
Resíduo	28	0,2229
Genótipo no nível de CEa 0,28 dS m ⁻¹	2	1,4491 **
Genótipo no nível de CEa 0,78 dS m ⁻¹	2	1,3847 **
Genótipo no nível de CEa 1,28 dS m ⁻¹	2	0,2344
Genótipo no nível de CEa 1,78 dS m ⁻¹	2	1,4963 **
Genótipo no nível de CEa 2,28 dS m ⁻¹	2	0,1798
Resíduo (b)	20	0,1848

* e ** P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente, pelo teste F ⁽¹⁾ Análise realizada com dados transformados em $\sqrt{X+1}$; GL = Graus de Liberdade.



Na mesma fase, letras diferentes expressam diferenças significativas (P<0,05) entre médias, pelo teste de Tukey. DMS (Crescimento vegetativo = 0,36, Indução floral = 0,45, Frutificação = 0,40, Maturação = 0,60). Valores de DMS obtidos com dados transformados em $\sqrt{X+1}$. P = Pérola, SC = Smooth Cayenne, R = Roxo.

Figura 1. Médias do número de folhas (NFo) de plantas dos genótipos do abacaxizeiro nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

A relação linear de níveis de salinidade sobre o número de folhas, na indução floral e maturação, aos 12 e 18 meses, respectivamente, com as respectivas equações de regressão estão representadas na Figura 2. No estágio de crescimento vegetativo, houve efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade da água (Tabela 5), porém não explicando biologicamente o comportamento da salinidade. O efeito linear também não foi significativo ($P > 0,05$) sobre o número de folhas. Portanto, durante o crescimento vegetativo da planta não se constatou efeito relevante da salinidade sobre a emissão de folhas, resultado similar ao obtido por Marinho et al. (1998), os quais observaram que o número de folhas em plantas jovens permaneceu inalterado com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Na indução floral, constatou-se efeito linear significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade da água, indicando uma redução no total de folhas em função do aumento dos níveis de sal na água de irrigação, à razão de 5,2 folhas (12,91%) por aumento unitário do nível de salinidade em relação ao nível mais baixo ($0,28 \text{ dS m}^{-1}$).

De modo análogo, na maturação do fruto foi observado efeito linear significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade sobre o número de folhas. Pela equação de regressão, o número de folhas emitidas foi diminuindo, proporcionalmente, com o aumento dos níveis de sal na água de irrigação, cuja redução foi de 4,9 folhas (12,86%) para cada aumento unitário do nível de CEa (dS m^{-1}) comparado com o tratamento $0,28 \text{ d S m}^{-1}$. Na frutificação não foi constatado efeito de níveis de salinidade sobre o número de folhas entre os genótipos de abacaxizeiro estudados.

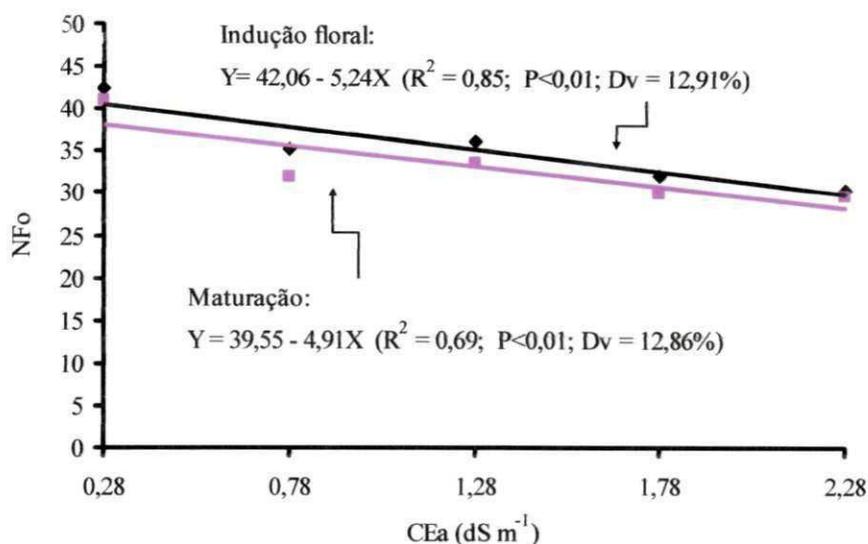


Figura 2. Relações lineares do número de folhas (NFo) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), nos estádios de indução floral e maturação. (Equações de regressão obtidas com dados originais).

Conforme Tabela 7, na frutificação, aos 15 meses de desenvolvimento da planta, foram registradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre genótipos apenas nos níveis de 0,28; 0,78; e 1,78 dS m⁻¹. Nos dois primeiros níveis de salinidade, o abacaxizeiro Smooth Cayenne produziu, significativamente ($P < 0,05$), maior número de folhas do que a cultivar Pérola e o híbrido Roxo; no nível de 1,78 dS m⁻¹, foi similar o número de folhas entre a cultivar Smooth Cayenne e o híbrido Roxo ($P > 0,05$), porém superando significativamente ($P < 0,05$) a cultivar Pérola. Nos níveis salinos equivalentes a 1,28 e 2,28 dS m⁻¹ não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre genótipos quanto ao número de folhas.

Observando-se, ainda, a Tabela 7, infere-se que a cultivar Smooth Cayenne foi mais sensível aos efeitos da salinidade do que a Pérola e o híbrido Roxo, em termos de número de folhas. A maior tolerância aos sais pode ser atribuída à adaptação morfológica e à constituição fisiológica das plantas. Entretanto, as mudanças de estruturas são variáveis entre espécies e cultivares (folhas pequenas e em número reduzido, poucos estômatos por unidade de área foliar, espessamento da cutícula das folhas, diminuição da diferenciação e do desenvolvimento dos tecidos vasculares), conforme diversos autores (Menguel & Kirkby, 1987; Doorenbos &

Pruitt, 1997; Fageria & Gheyi, 1997; Tester & Davenport, 2003 e Taiz & Zeiger, 2002).

Tabela 7. Médias do número de folhas de plantas (N_{Fo}) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados, no estágio de frutificação.

Genótipos	Níveis de salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,28	0,78	1,28	1,78	2,28
Pérola	39,33 b	38,33 b	31,00 a	28,33 b	30,00 a
Smooth Cayenne	53,33 a	51,33 a	36,00 a	41,67 a	31,00 a
Roxo	35,33 b	33,33 b	37,33 a	44,33 a	35,33 a

Na mesma coluna, letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. DMS = 0,88 (Valor obtido com dados transformados em $\sqrt{X + 1}$).

4.1.2 Fitomassa de folha

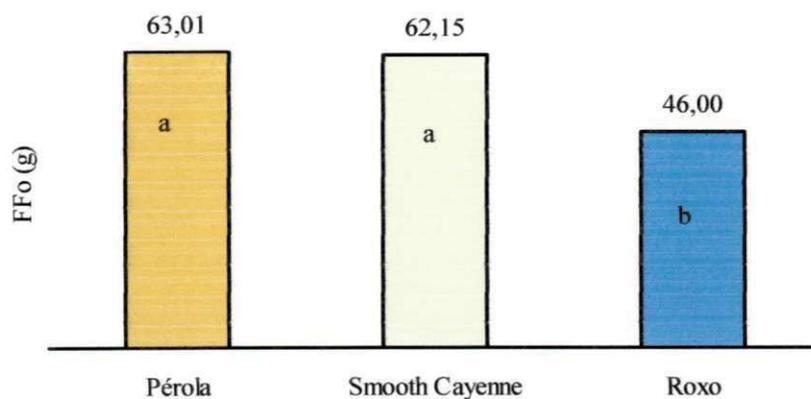
Os resultados das análises de variância da fitomassa de folha (FFo) de genótipos de abacaxizeiro nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação estão apresentados na Tabela 8. Verifica-se que houve diferença entre os genótipos ($P < 0,05$), no estágio de crescimento vegetativo e maturação, bem como efeitos dos níveis de salinidade. Não houve interação significativa entre os fatores.

Na Figura 3, observa-se que as médias de fitomassa de folha das cultivares Pérola e Smooth Cayenne foram semelhantes, mas estatisticamente superiores ($P < 0,05$) ao híbrido Roxo.

Tabela 8. Análise de variância da fitomassa de folha (FFo) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	305,6904	1.234,0735	511,5937	3.011,0026
Nível de CEa = N	4	545,5383	12.620,5688 **	40.585,1025 *	29.954,8240 *
Linear	1	-	35.585,9972 **	118.004,7690 *	81.866,3040 **
Quadrático	1	-	7.518,9743 *	26.488,6001	22.561,3562
Desvios de reg.	2	-	3.638,6520	8.923,5205	7.695,8178
Resíduo (a)	8	353,4398	1.144,6437	11.098,1493	6.551,9226
Genótipo = G	2	1.375,9380 *	3.710,1132	10.846,7366	22.649,3063 *
G X N	8	199,0619	3.790,8423	7.936,6199	2.688,3195
Resíduo (b)	20	241,4467	3.388,4481	5.568,7638	5.929,1184
CV _(a) (%)	-	32,95	20,20	52,80	40,46
CV _(b) (%)	-	27,24	34,76	37,40	38,48

* e ** $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 14,36).

Figura 3. Fitomassa de folha (FFo) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de crescimento vegetativo.

No estágio de indução floral, aos 12 meses de idade da planta, de acordo com a análise de regressão, foi significativo o efeito linear a 1% de probabilidade e o efeito quadrático a 5% de níveis de salinidade sobre a FFo (Tabela 8). Portanto, para explicar a variação da fitomassa de folha, no estágio de indução floral, foi considerado o modelo linear, por justificar biologicamente o comportamento da FFo em função dos níveis de CEa na água.

Pela figura 4, verifica-se que à medida que aumentaram os níveis de CEa na água, menores foram os valores para fitomassa de folha, cuja redução foi em torno de 39,77g (19,19%) por aumento unitário do nível de CEa na água. Este comportamento mostra haver uma relação diretamente proporcional entre a FFo e os níveis de CEa. Não houve influência ($P>0,05$) de genótipo nem da interação entre genótipos e níveis de salinidade. Mesmo sem diferenças significativas ($P>0,05$), as médias de fitomassa de folha, aos 12 meses, foram de 185,03, 162,63 e 154,71g para os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo, respectivamente.

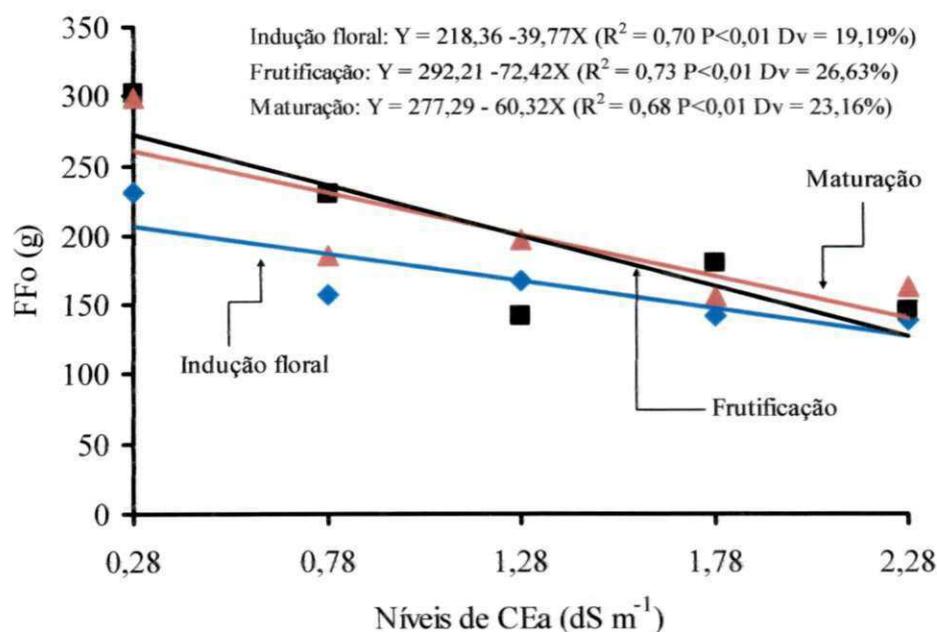


Figura 4. Relações lineares da fitomassa de folha (FFo) de genótipos de abacaxizeiro em função dos níveis de salinidade de água (CEa), nos estádios de indução floral, frutificação e maturação.

No estágio de frutificação, aos quinze meses de idade da planta, houve efeito linear significativo ($P < 0,05$) de níveis de salinidade sobre a FFo, sem haver diferença

entre genótipos nem para a interação genótipo x níveis de salinidade. Mesmo sem diferenças significativas ($P > 0,05$) entre genótipos, as médias de FFo foram de 211,03, 218,73 e 168,78g, para os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo, respectivamente. A fitomassa de folha (FFo) diminuiu proporcionalmente à razão de 72,42g (26,63%) por aumento unitário do nível de salinidade da água com relação ao tratamento de $0,28 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 4).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os genótipos e os níveis de salinidade para fitomassa de folha do abacaxizeiro no estágio de maturação, aos 18 meses de idade da planta. A FFo diminuiu linearmente à razão de 60,32g (23,16%) quando comparado ao tratamento $0,28 \text{ dS m}^{-1}$ para cada aumento unitário de nível de sal aplicado na água de irrigação. Estes dados estão de acordo com os apresentados por Bartolomew & Malézieux (1994), segundo os quais, a fitomassa da folha e o seu potencial de água diminuem com o aumento da salinidade e estão coerentes com Doorembos & Pruitt (1997) segundo os quais a menor absorção de água pelas plantas em condições salinas, produz sintomas semelhantes aos das secas periódicas, por exemplo, um murchamento temporário, folhas necrosadas, crescimento reduzido e redução da área foliar. A menor absorção de água pelas plantas em condições salinas reduz o crescimento da planta, o tamanho das folhas e provoca queima dos bordos do limbo (Doorembos & Pruitt, 1997). Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre ambos os fatores sobre esta variável.

Constata-se, na Figura 5, que a fitomassa de folha da cultivar Smooth Cayenne (242,32g) superou significativamente ($P < 0,05$) a do híbrido Roxo, em 31,56%, mas, não diferiu significativamente da cultivar Pérola, apesar de ser 20,7% superior. A diferença observada no peso de FFo da cultivar Pérola em relação ao do híbrido Roxo não foi significativa ($P > 0,05$), indicando que os respectivos genótipos são semelhantes quanto à FFo.

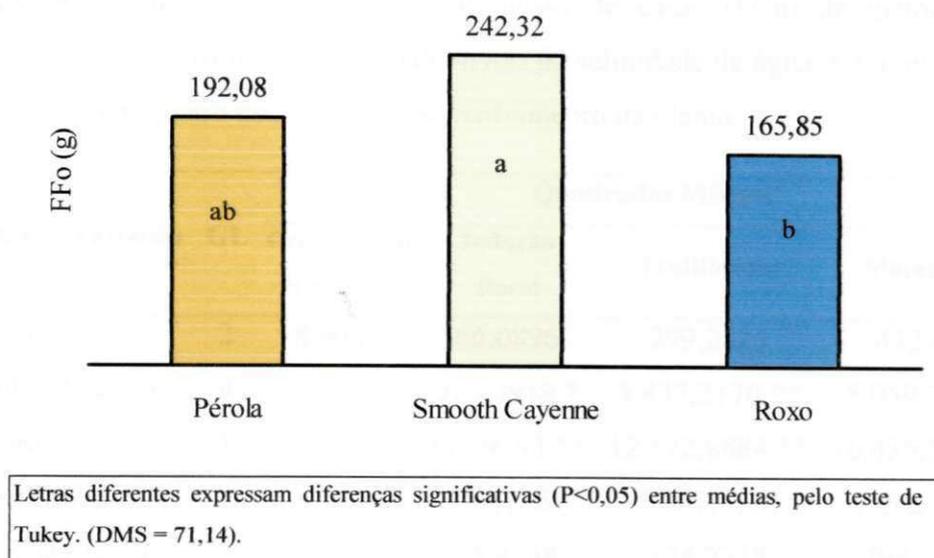


Figura 5. Fitomassa de folha (FFo) dos genótipos de abacaxizeiro estudados, no estágio de maturação.

4.1.3 Fitomassa de caule

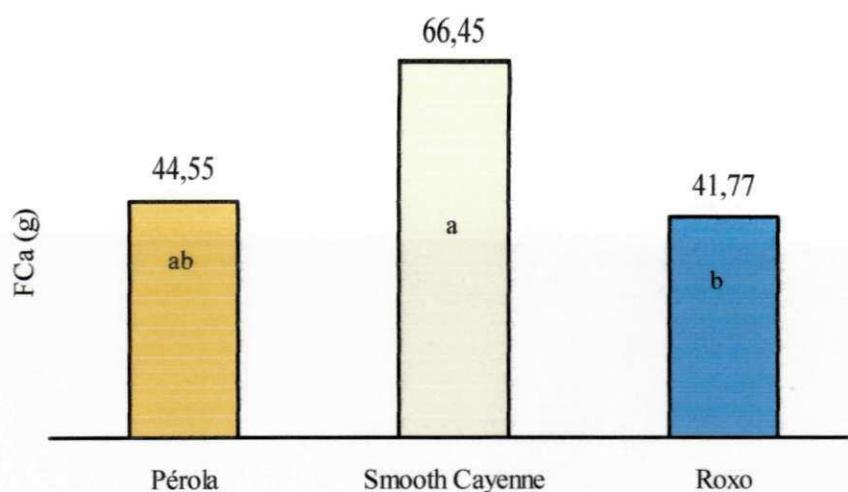
Na Tabela 9 encontram-se as análises de variância da fitomassa do caule do abacaxizeiro (FCa) nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação, aos 6, 12, 15 e 18 meses de idade da planta, respectivamente. No estágio de crescimento vegetativo, a fitomassa de caule não foi afetada pelos níveis de salinidade nem por genótipo. Não foi constatado também efeito significativo ($P > 0,05$) da interação entre níveis de CEa e genótipos sobre a FCa. As médias de fitomassa de caule foram 4,05, 6,14 e 4,53 g para os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo, respectivamente.

No estágio de indução floral, houve efeito linear significativo ($P < 0,05$) de níveis de salinidade sobre a FCa. Portanto, não foi constatado efeito de genótipo nem da interação entre genótipo e níveis de salinidade. Os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo apresentaram médias de fitomassa de caule de 17,76, 13,33g e 17,68g, respectivamente. Constata-se, na Figura 6, que a fitomassa de caule teve um comportamento linear, diminuindo seus valores à medida que aumentaram os níveis de salinidade na água de irrigação, cuja redução foi de 5,038g (24,03%) por aumento unitário de CEa.

No estágio de frutificação, constatou-se efeito linear de níveis de salinidade sobre a fitomassa de caule. Porém, não foi constatado efeito de genótipo nem da interação entre genótipos e níveis de salinidade. Embora sem diferenças significativas, as médias de FCa foram 44,02, 37,05 e 36,51g para os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo, respectivamente. A fitomassa de caule diminuiu de forma linear com o aumento dos níveis de salinidade, cujo comportamento pode ser observado na Figura 6. A redução da fitomassa do caule foi de 23,26g (37,25%) por aumento unitário de CEa.

Os genótipos responderam diferenciadamente ($P < 0,05$) aos níveis de salinidade sobre a produção de fitomassa do caule (FCa) no estágio de maturação, sem se constatar interação significativa ($P > 0,05$) entre genótipos e níveis de salinidade. Pela Figura 7, a fitomassa de caule da cultivar Smooth Cayenne (66,45 g) superou significativamente ($P < 0,05$) o do híbrido Roxo, em 37,15%, porém não diferindo da FCa da cultivar Pérola. A diferença de FCa da cultivar Pérola em relação ao do híbrido Roxo não foi significativa ($P < 0,05$), evidenciando igual comportamento destes materiais genéticos quanto à FCa. Estes resultados foram semelhantes àqueles obtidos para a fitomassa de folha.

No estágio de maturação, houve efeito linear significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade sobre a fitomassa de caule do abacaxizeiro. Na Figura 6, observa-se que a FCa, independentemente do genótipo, diminuiu linearmente em função do aumento dos níveis salinos, cujo decréscimo foi de 27,03g (34,68%) por aumento unitário de CEa em relação ao tratamento de $0,28 \text{ dS m}^{-1}$. Nos estádios de indução floral, frutificação e maturação, o efeito linear significativo indica haver uma relação diretamente proporcional entre a FCa e os níveis de salinidade da água.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey (DMS = 23,97).

Figura 7. Fitomassa de caule (FCa) dos genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

4.1.4 Fitomassa de filhotes

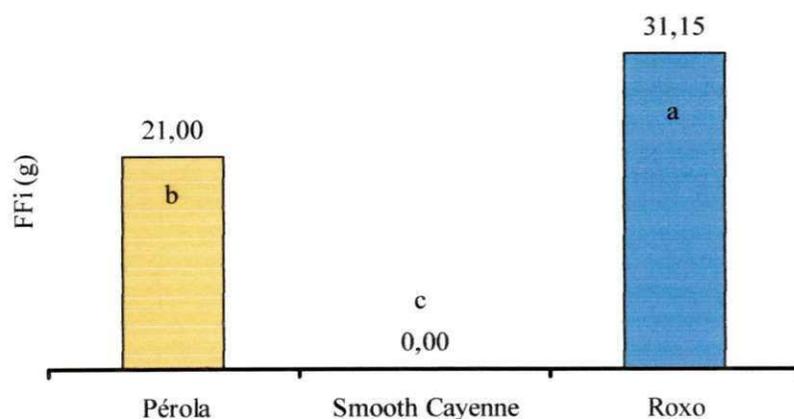
No estágio de maturação, aos 18 meses de idade, os genótipos responderam aos efeitos dos níveis de salinidade, diferindo significativamente ($P < 0,01$) quanto a fitomassa dos filhotes (FFi), de acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 10. Entretanto, não se constatou efeito interativo significativo ($P > 0,05$) entre níveis de salinidade e genótipos, indicando que estes fatores tiveram ação independente sobre esta variável. Nos demais estádios de desenvolvimento da planta, não houve produção de filhotes.

Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram observadas entre genótipos quanto à FFi (Figura 8). A fitomassa de filhotes do híbrido Roxo foi significativamente ($P < 0,05$) maior do que a da cultivar Pérola. A cultivar Smooth Cayenne não produziu filhotes.

Tabela 10. Resultados da análise de variância para fitomassa de filhotes (FFi) de genótipos de abacaxizeiro, em função de níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Blocos	2	127,9575
Níveis de CEa = N	4	3.955,3673 **
Linear	1	9.435,5976 **
Quadrático	1	4.694,1505 **
Desvios da regressão	1	925,8605 **
Resíduo (a)	8	171,0429
Genótipo = G	1	773,3794 **
G x N	4	160,5143
Resíduo (b)	10	72,7222
CVa (%)	-	50,17
CVb (%)	-	32,71

** P < 0,01, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.



Letras diferentes expressam diferenças significativas (P<0,05) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 6,94).

Figura 8. Fitomassa de filhotes (FFi) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

Como se observa na Figura 9, os valores de fitomassa de filhote diminuíram acentuadamente até o nível de CEa de 0,78 dS m⁻¹. A partir deste ponto, não houve influência dos níveis de salinidade sobre a fitomassa de filhotes. Em situação de estresse, até as mudas, tipo filhote e coroa, podem atuar como fontes de assimilados

para os frutos (Lima et al., 2002). Conforme Reinhardt (1998), os filhotes permanecem pouco desenvolvidos durante a frutificação e maturação, para após a colheita do fruto, apresentarem um maior desenvolvimento, sendo este comportamento a base da prática da operação de “ceva” dos filhotes, quando a muda deve atingir tamanho mínimo de 30cm, o que demanda de 2 a 6 meses.

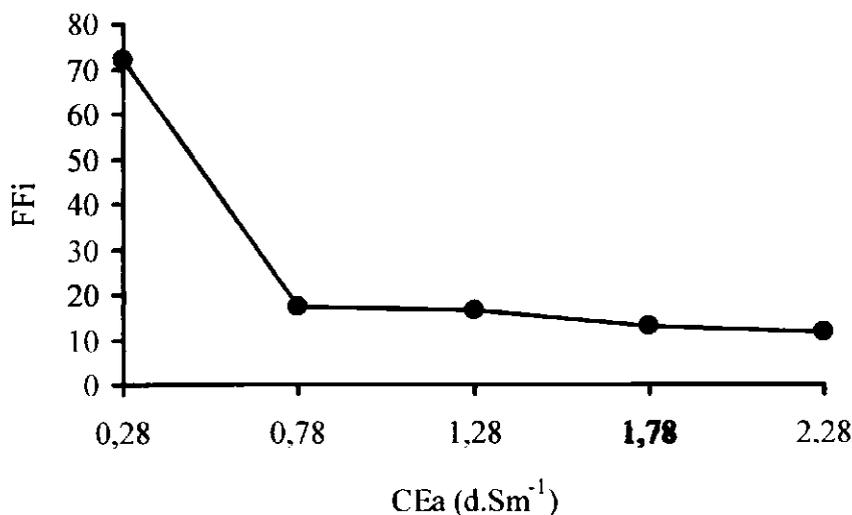


Figura 9. Relação da fitomassa de filhotes (FFi) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) aplicados, no estágio de maturação.

4.1.5 Fitomassa total

Examinando-se os resultados das análises de variância constantes na Tabela 11 para fitomassa total (FTo) dos genótipos de abacaxizeiros, constata-se significância estatística ($P < 0,05$) para genótipos somente nos estádios de crescimento vegetativo e de maturação, aos 6 e 18 meses, respectivamente. Nesta mesma tabela também se verifica que níveis de salinidade exerceram efeito significativo ($P < 0,01$) nas fases de indução floral e maturação. Além disso, não registrou-se interação significativa ($P > 0,05$) entre genótipos e níveis de salinidade em nenhuma das fases de avaliação.

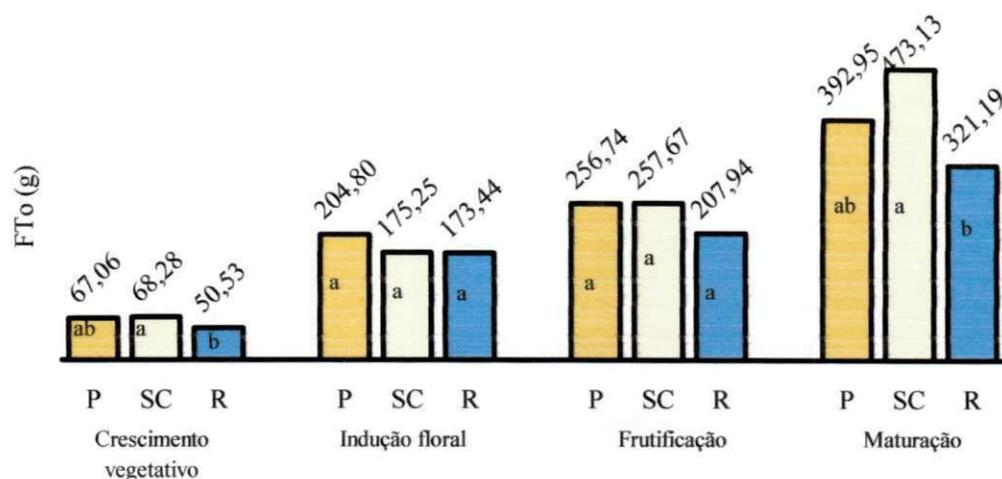
Pela Figura 10, no estágio de crescimento vegetativo, o valor de fitomassa total da cultivar Smooth Cayenne foi estatisticamente ($P > 0,05$) igual ao da Pérola, mas significativamente ($P < 0,05$) superior ao do híbrido Roxo, que produziu menos

fitomassa. Nos estádios de indução floral e frutificação não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre genótipos. Na maturação, como era esperado, a FTo da cultivar Smooth Cayenne foi significativamente ($P < 0,05$) superior ao do híbrido Roxo e similar ao da cultivar Pérola. Esta diferença tem a ver com as características desses genótipos, cujos frutos são maiores e mais pesados na cultivar Smooth Cayenne, que apresentou peso médio de 2,0 a 2,5kg contra 1,2 a 1,8kg da cultivar Pérola, conforme observado por Choairy (1992), Cunha & Cabral (1999) e Barreiro Neto et al. (2002a).

Tabela 11. Análises de variância da fitomassa total (FTo) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios ⁽¹⁾			
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	235,5514	1.533,2957	2149,8015	10.753,8231
Nível de CEa = N	4	684,9357	15.925,4379 **	64.801,7921	139.258,5893 **
Linear	1	-	41.625,7232 **	-	395.807,0460 **
Quadrático	1	-	11.350,9893 *	-	100.499,9478 *
Desvios de reg.	2	-	5.362,5197 *	-	30.363,6817
Resíduo (a)	8	386,5779	1477,4559	14.770,9915	18.828,5438
Genótipo = G	2	1.475,0998 *	3779,4409	12141,0350	86.651,9196 *
G x N	8	230,8973	4733,2654	12.522,1798	6.614,6711
Resíduo (b)	20	325,2283	4012,0629	7636,4447	14.945,8725
CV _(a) (%)		31,73	20,95	50,47	34,67
CV _(b) (%)		29,10	34,52	36,29	30,89

* e ** $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.



Na mesma fase, letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. DMS (Crescimento vegetativo = 16,66, Indução floral = 58,52, Frutificação = 80,73, Maturação = 112,94). P = Pérola, SC = Smooth Cayenne, R = Roxo.

Figura 10. Médias de fitomassa total (FTo) de genótipos de abacaxizeiro, nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

No estádio de crescimento vegetativo e frutificação, não houve efeito significativo ($P < 0,05$) de níveis de salinidade sobre a FTo. Em trabalhos na fase de crescimento de mudas de abacaxizeiro, Marinho et al. (1998) relataram que a fitomassa foi afetada pela salinidade da água de irrigação, com redução superior a 15%, quando a CEa foi maior que 3 dS m^{-1} . Por outro lado, no estádio de indução floral houve efeito quadrático significativo ($P < 0,05$), porém desconsiderado por não se justificar biologicamente, considerando-se o efeito linear significativo ($P < 0,01$) para explicar a variação dos dados da FTo.

Na Figura 11, a linearidade indica que à medida que se aumentava o nível de salinidade na água de irrigação diminuía a FTo, cujo decremento foi de 43,01g (18,99%) para cada incremento unitário de CEa, em relação ao tratamento de $0,28 \text{ dS m}^{-1}$, na fase de indução floral. Este mesmo comportamento também foi observado no estádio de maturação, cujo decremento foi de 132,63g (25,10%) em relação ao tratamento menos salino. O decremento de fitomassa total aumentou em função dos estádios de desenvolvimento de planta, denotando-se a maior sensibilidade no estádio de maturação.

De modo geral, a salinidade afetou a produção de fitomassa da parte aérea (folha, caule, coroa, fruto e filhotes) e fitomassa total do abacaxizeiro. Não foi encontrado na literatura relatos sobre a produção de fitomassa em abacaxizeiro, mas Carneiro et. al. (2002), encontraram resultados semelhantes em genótipos de cajueiro. Resultados contrários foram encontrados por Farias et al. (2003) em meloeiro, que constataram que a acumulação de fitomassa não foi afetada pela salinidade da água de irrigação.

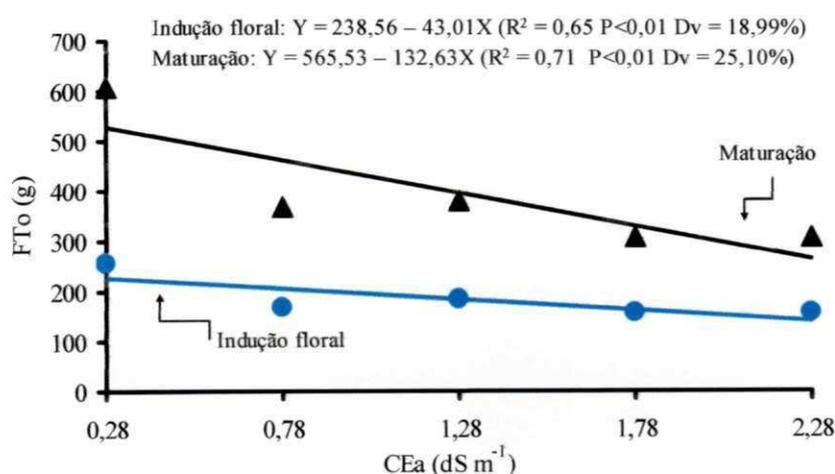


Figura 11. Relações lineares da fitomassa total (FTo) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) nos estádios de indução floral e maturação.

4.1.6 Comprimento do pedúnculo

Segundo os dados da análise de variância constantes na Tabela 12, para comprimento do pedúnculo (CPE) no estágio de maturação, aos 18 meses, houve influência significativa ($P < 0,01$) de genótipos e níveis de salinidade. A interação destes fatores também foi significativa ($P < 0,01$), uma indicação de serem interdependentes os efeitos de ambos, isto é, os genótipos foram afetados de modo diferente pela salinidade. Para se estudar o comportamento de genótipos no mesmo nível salino e de níveis salinos dentro de genótipo, foi feito desdobramento da interação (Tabela 13), observando-se efeito linear de níveis de salinidade sobre o comprimento do pedúnculo apenas nas cultivares Pérola e Smooth Cayenne. Na

Tabela 14, observam-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre genótipos quanto ao comprimento do pedúnculo do fruto do abacaxizeiro. O pedúnculo da cultivar Smooth Cayenne e do híbrido Roxo foi significativamente ($P < 0,05$) menor do que o da cultivar Pérola.

Tabela 12. Análises de variância do comprimento do pedúnculo (C_{Pe}) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, no estágio de maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Blocos	2	3,6776
Nível de CEa = N	4	36,8048 **
Linear	1	128,8810 **
Quadrático	1	15,1563
Desvios de regressão	2	1,5910
Resíduo (a)	8	4,5706
Genótipo = G	2	910,6309 **
G x N	8	8,2614 **
Resíduo (b)	20	1,6437
CV _(a) (%)		9,48
CV _(b) (%)		5,68

* e ** $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 13. Análises de variância do comprimento do pedúnculo (CPe) de genótipos de abacaxizeiro, com desdobramento para estudar níveis de salinidade de água (CEa) dentro de genótipos e genótipos dentro de níveis de salinidade, no estágio de maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Blocos	2	3,6776
Nível de CEa na cultivar Pérola	4	35,3083 **
Linear	1	134,4083 **
Quadrático	1	3,1488
Desvios de regressão	2	1,8381
Nível de CEa na cultivar Smooth cayenne	4	11,2277 **
Linear	1	29,4030 **
Quadrático	1	5,1450
Desvios de regressão	2	5,1813
Nível de CEa no híbrido Roxo	4	6,7917
Genótipo = G	2	910,6309 **
Resíduo	28	2,4799
Genótipo no nível de CEa 0,28 dS m ⁻¹	2	265,7500 **
Genótipo no nível de CEa 0,78 dS m ⁻¹	2	215,1044 **
Genótipo no nível de CEa 1,28 dS m ⁻¹	2	176,5833 **
Genótipo no nível de CEa 1,78 dS m ⁻¹	2	183,4544 **
Genótipo no nível de CEa 2,28 dS m ⁻¹	2	102,6944
Resíduo (b)	20	1,6437

** P < 0,01, respectivamente, pelo teste F

GL = Graus de Liberdade

Tabela 14. Médias* do comprimento do pedúnculo – CPe (cm) de genótipos de abacaxizeiro em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados.

Genótipos	Níveis de salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,28	0,78	1,28	1,78	2,28
Pérola	36,67 a	32,67 a	31,00 a	29,83 a	27,50 a
Smooth Cayenne	19,67 b	19,00 b	17,17 b	14,77 c	16,83 b
Roxo	21,17 b	17,17 b	18,33 b	18,67 b	18,00 b

*Na mesma coluna, letras diferentes expressam diferenças significativas (P<0,05) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 2,65).

Na Figura 12, observa-se a tendência do comprimento do pedúnculo em função dos níveis de salinidade estudados, constatando-se redução no tamanho do pedúnculo das cultivares Pérola e Smooth, em função do aumento dos níveis de salinidade. As reduções foram de 4,24cm (11,54%) na cultivar Pérola e de 1,98cm (10,18%) na cultivar Smooth Cayenne por aumento unitário de CEa. No híbrido Roxo, não houve efeito significativo ($P>0,05$) de níveis de salinidade.

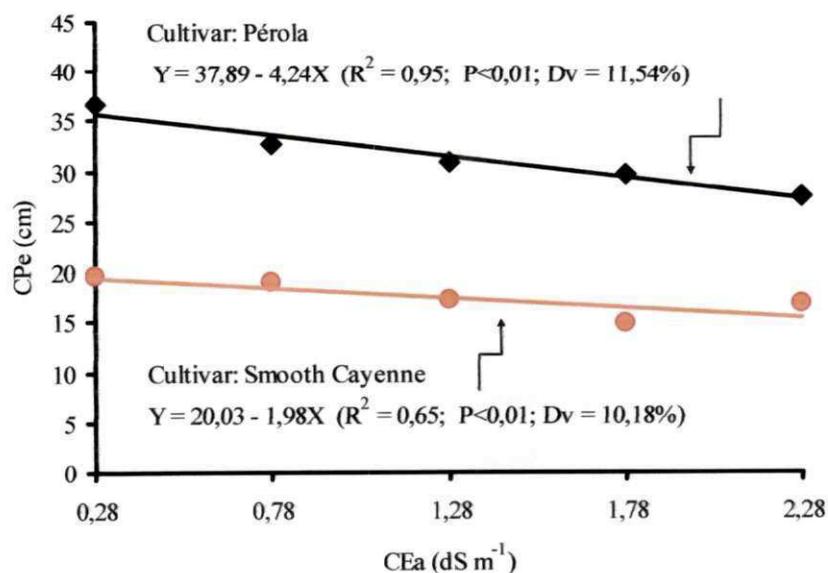


Figura 12. Relações lineares do comprimento do pedúnculo (CPe) das cultivares Pérola e Smooth Cayenne, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

4.1.7 Número de filhotes

De acordo com a análise de variância constante na Tabela 15, no estágio de maturação houve efeito significativo ($P<0,01$) de genótipos e níveis de salinidade sobre o número de filhotes (NFi) de abacaxizeiro. Não foi constatada ação interativa ($P>0,05$) entre genótipos e níveis de salinidade sobre esta variável.

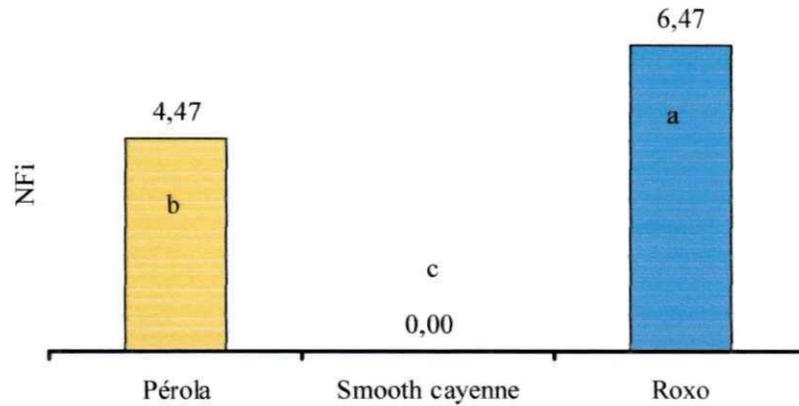
Tabela 15. Análises de variância do número de filhotes (NFi) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Blocos	2	0,0843
Nível de CEa = N	4	0,5328 **
Linear	1	1,1022 **
Quadrático	1	0,7892 **
Desvios de regressão	2	0,1198
Resíduo (a)	8	0,0493
Genótipo = G	2	1,1763 **
G x N	8	0,0299
Resíduo (b)	20	0,0679
CV _(a) (%)	-	4,06
CV _(b) (%)	-	10,38

** P < 0,01, respectivamente, pelo teste F; Análise realizada com dados transformados em $\sqrt{X + 1}$
GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

O híbrido Roxo produziu significativamente (P<0,05) maior quantidade de filhotes do que a cultivar Pérola (Figura 13). Com relação à cultivar Smooth Cayenne, foi verificada apenas a formação de poucas pontuações no pedúnculo que não se diferenciaram para formar filhotes, uma característica genética dessa cultivar. Segundo Cunha & Cabral (1999), a cultivar Smooth Cayenne caracteriza-se por produzir poucos filhotes sob condições convencionais de cultivo.

O efeito de níveis salinos observado na análise de variância resultou em diminuição acentuada do número de filhotes, até o nível de CEa estimado de 0,78 dS m⁻¹. A partir deste nível, o número de filhotes foi estabilizado com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 14). O maior número de filhotes observado (8,33) ocorreu no nível de CEa de 0,28 dS m⁻¹. As diferenças na quantidade de filhotes são atributos genéticos específicos da classificação comercial dos grupos de cultivares, ressaltados por Choairy (1992). Tanto em fitomassa quanto em número de filhotes, a cultivar Pérola foi mais afetada que o híbrido Roxo.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey ($DMS = 0,21$). (Valor de DMS obtido com dados transformados em $\sqrt{X + 1}$).

Figura 13. Médias do número de filhotes (NFi) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

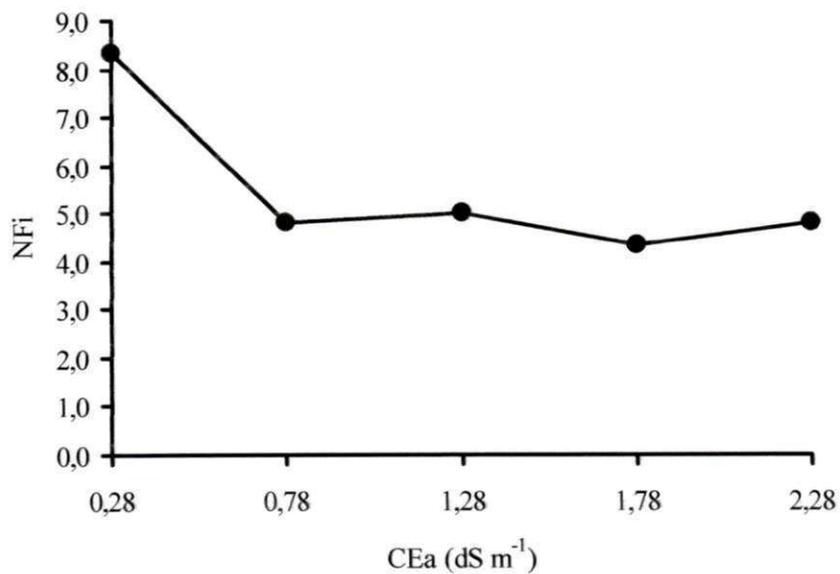


Figura 14. Relação do número de filhotes (NFi) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

4.1.8 Diâmetro de caule

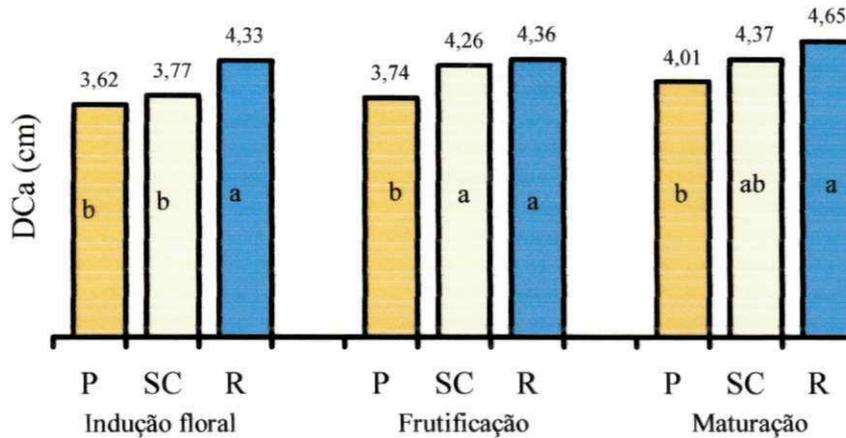
Constata-se, pela análise de variância para diâmetro do caule (DCa) na Tabela 16, efeito significativo ($P < 0,01$) dos genótipos nos estádios de indução floral, frutificação e maturação, aos 12, 15 e 18 meses, respectivamente, bem como efeito significativo ($P < 0,05$) de níveis de salinidade. Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre genótipos e níveis de salinidade, evidenciando a independência destes fatores em relação a essa variável.

No estágio de indução floral, os diâmetros do caule das cultivares Pérola e Smooth Cayenne foram significativamente ($P < 0,05$) menores do que os do híbrido Roxo e na frutificação e maturação menores diâmetros de caule foram observados na cultivar Pérola (Figura 15).

Tabela 16. Análises de variância do diâmetro do caule - DCa (cm) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados em três estádios de desenvolvimento da planta: indução floral, frutificação e maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	0,2549	0,0127	0,1140
Nível de CEa = N	4	1,2280 **	0,9997 *	1,2314 *
Linear	1	2,1468 **	3,8440 **	3,6804 **
Quadrático	1	1,2801 *	0,0317	0,8917
Desvios de reg.	2	0,7426	0,0615	0,1768
Resíduo (a)	8	0,3610	0,2443	0,1884
Genótipo = G	2	2,1149 **	1,6620 **	1,5440 **
G x N	8	0,2452	0,2228	0,2151
Resíduo (b)	20	0,1998	0,1933	0,2549
CV _(a) (%)		15,37	11,99	10,00
CV _(b) (%)		11,43	10,67	11,63

* e ** $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.



Na mesma fase, médias com letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey. DMS (Indução floral = 0,41, Frutificação = 0,41, Maturação = 0,47). P = Pérola, SC = Smooth Cayenne, R = Roxo.

Figura 15. Médias de diâmetro do caule (DCa) de genótipos de abacaxizeiro nos estádios de indução floral, frutificação e maturação.

Na Figura 16, verifica-se efeito de níveis de salinidade sobre o diâmetro do caule (DCa) do abacaxizeiro, nos estádios de indução floral, frutificação e maturação. A linearidade observada indica que à medida que se aumentaram os níveis de salinidade na água de irrigação diminuiu o diâmetro do caule, cujos decrementos foram de 0,31cm (7,35%), 0,41cm (9,13%) e 0,41cm (8,55%), nos estádios de indução floral, frutificação e maturação, respectivamente, por aumento unitário de CEa, em relação ao tratamento de menor salinidade. A redução do diâmetro do caule do abacaxizeiro está relacionada a fatores osmóticos provocados pelos efeitos dos níveis salinos aplicados na água de irrigação, o que também foi observado por Wambiji et al. (1976).

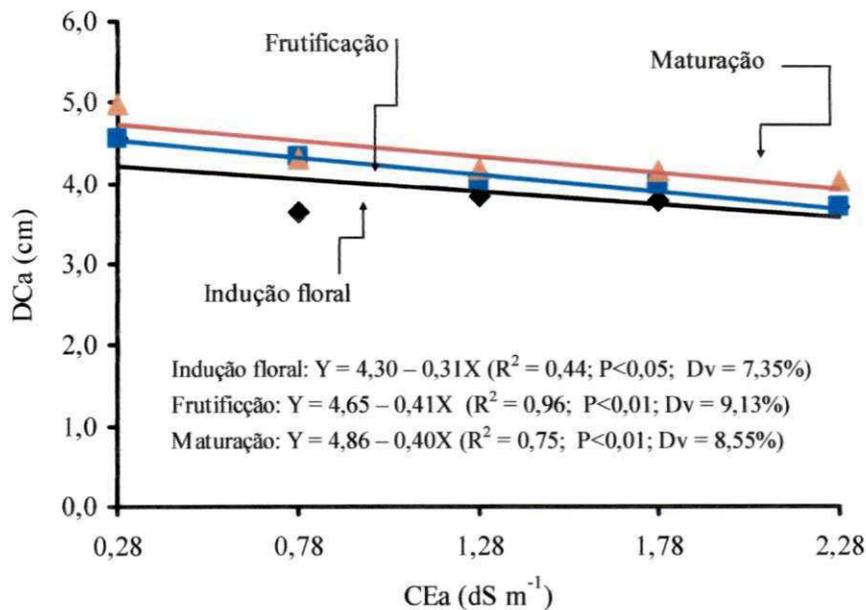


Figura 16. Relações lineares do diâmetro do caule (DCa) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), nos estádios de indução floral, frutificação e maturação.

4.1.9 Taxa de crescimento absoluto

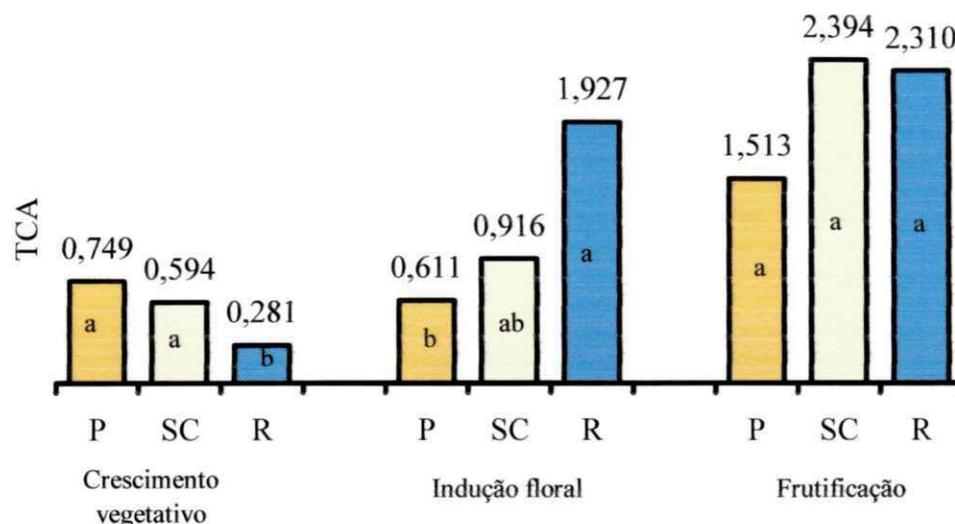
Pela análise de variância para taxa de crescimento absoluto – TCA constante na Tabela 17, não houve influência significativa ($P > 0,05$) de níveis de salinidade de água sobre a taxa de crescimento absoluto (TCA) nas fases de crescimento vegetativo, indução floral e frutificação. Observou-se diferença significativa entre genótipos apenas nos estádios de crescimento vegetativo ($P < 0,01$) e indução floral ($P < 0,05$). No estágio de frutificação, não houve influência significativa ($P > 0,05$) de genótipos sobre a TCA. Em nenhum dos estádios de desenvolvimento da planta houve interação significativa ($P > 0,05$) entre genótipos e níveis salinos, indicando que estes fatores se comportaram independentemente sobre a variação da TCA.

Tabela 17. Análise de variância da taxa de crescimento absoluto (TCA) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em três estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral e frutificação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação
Blocos	2	0,0762	0,2281	0,8261
Nível de CEa = N	4	0,2075	4,1226	3,2199
Resíduo (a)	8	0,1054	4,4966	2,2340
Genótipo = G	2	0,8521 **	7,1231 *	3,5442
G x N	8	0,1430	1,2979	1,8338
Resíduo (b)	20	0,0732	1,8765	4,1786
CV _(a) (%)		3,43	13,82	18,85
CV _(b) (%)		2,86	15,48	25,79

* e ** P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

No estágio de crescimento vegetativo, a TCA da cultivar Pérola foi estatisticamente igual a da cultivar Smooth Cayenne, porém significativamente (P<0,05) superior à do híbrido Roxo, que apresentou-se menor. Na época de indução floral, a taxa de crescimento absoluto do híbrido Roxo foi significativamente (P<0,05) maior do que as das cultivares Pérola e Smooth Cayenne, ambas com taxas estatisticamente (P>0,05) iguais (Figura 17). O crescimento absoluto das plantas não foi influenciado pela elevação dos níveis salinos, portanto, havendo uma tendência de diminuição da TCA em função dos níveis de salinidade na água, principalmente nas fases de crescimento vegetativo e indução floral. É natural a diminuição progressiva da TCA à medida que a concentração salina aumenta acima de um limite tolerável para a espécie (Cushman, 2001a e Viana et al., 2004). Segundo Richards (1989) e Lima (1997), os efeitos de sais sobre as culturas podem ser decorrentes da dificuldade de obtenção de água, por interferência dos sais nos processos fisiológicos das plantas.



Na mesma fase, letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. DMS (Crescimento vegetativo = 0,2501, Indução floral = 1,2655, Frutificação = 1,8884). P = Pérola, SC = Smooth Cayenne, R = Roxo.

Figura 17. Médias da taxa de crescimento absoluto (TCA) de genótipos de abacaxizeiro nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral e frutificação.

Não foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) da salinidade da água sobre a taxa de crescimento absoluto, nas fases de crescimento vegetativo, indução floral e frutificação das plantas. Todavia, os sais da água de irrigação ou no solo podem causar efeitos prejudiciais às plantas, nas suas distintas fases de crescimento e desenvolvimento, concordando com vários autores (Menguel & Kirkby, 1987; Doorembos & Pruitt, 1997; Maas & Hoffman, 1977; Cavalcante et al., 2001).

Foi constatado que os níveis de salinidade na água de irrigação não influenciaram no crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro. Redução significativa no crescimento do abacaxi Smooth Cayenne, com elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação, foi verificada por Marinho et al. (1998) em abacaxizeiro, Carneiro et al. (2002) em cajueiro e Nobre et al. (2003) em gravioleira, sendo os efeitos mais drásticos observados nos tratamentos com salinidade acima de 3 dS m^{-1} . O efeito da salinidade sobre as plantas está relacionado com o aumento da pressão osmótica na solução do solo e com a ação tóxica de alguns elementos como o sódio e cloreto, que chegam a causar distúrbios fisiológicos nas plantas, acarretando

até a sua morte, o que está de acordo, dentre outros, com Melo et al. (1983); Pessarakali et al. (1989) e Postal (1990).

4.1.10 Taxa de crescimento relativo

Pelos resultados da análise de variância, apresentados na Tabela 18, ocorreram efeitos significativos ($P < 0,05$) na TCR entre os genótipos, nos estádios de crescimento vegetativo e de indução floral, aos 6 e 12 meses, respectivamente. No estágio de frutificação, aos 15 meses, não foi registrada diferença significativa ($P > 0,05$) entre genótipos sobre a Taxa de Crescimento Relativo - TCR. A salinidade não afetou a TCR em nenhuma das fases de avaliação, embora tenha influenciado a TCA conforme visto anteriormente. Isto significa que o crescimento das plantas de abacaxi, em função do material pré-existente não é afetado pela salinidade. Nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral e frutificação não houve efeito de níveis de salinidade sobre a TCR. Também não foi detectada interação significativa ($P > 0,05$) entre genótipos e níveis de salinidade, indicando que estes fatores agiram independentemente sobre esta variável.

Analisando-se os dados de genótipos (Figura 18), observa-se que no estágio de crescimento vegetativo, a TCR da cultivar Pérola foi estatisticamente ($P < 0,05$) igual à da Smooth Cayenne e significativamente ($P < 0,05$) maior do que a do híbrido Roxo. As TCR da cultivar Smooth Cayenne e do híbrido Roxo foram estatisticamente ($P > 0,05$) iguais. Na indução floral, o resultado foi semelhante ao obtido no estágio de crescimento vegetativo, porém a TCR do híbrido Roxo foi significativamente ($P < 0,05$) maior do que a da cultivar Pérola. No estágio de frutificação, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre genótipos quanto à taxa de crescimento relativo. Mesmo sem diferenças significativas, a TCR do híbrido Roxo na frutificação foi 32,8 e 48,7% superior às cultivares Smooth Cayenne e Pérola, respectivamente.

Por esses dados, a cultivar Pérola no estágio de crescimento vegetativo e o híbrido Roxo no estágio de indução floral foram mais eficientes em produzir material novo (fotossintatos) por material pré-existente, refletindo uma maior tolerância à salinidade da água de irrigação destas plantas nestes estádios. Os genótipos com

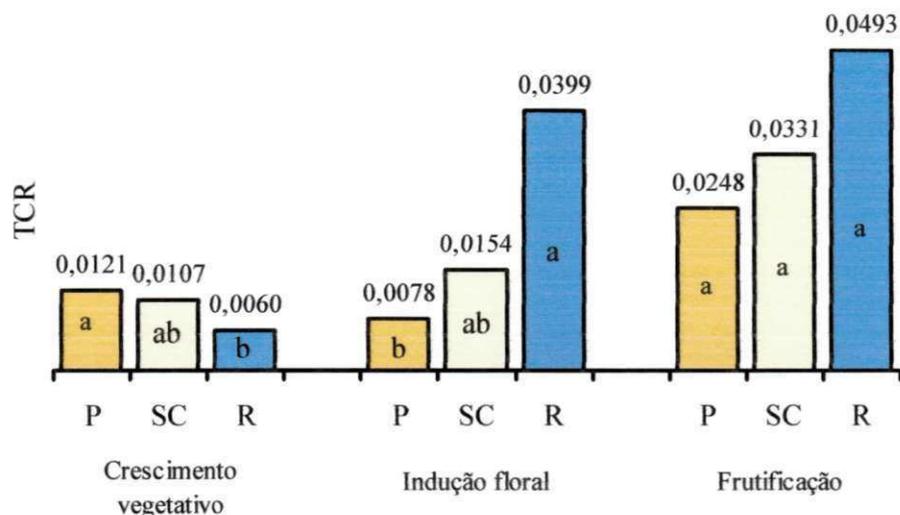
maior taxa de crescimento relativo têm maior proporção de tecido meristemático, o qual é responsável pelo crescimento da planta.

Segundo Souza (2003), em abacaxizeiro, a taxa de crescimento relativo tem valores altos inicialmente e ao passar dos dias, vai diminuindo sua atividade, operando sua capacidade assimilatória até próximo à indução floral, quando outros componentes como as ações da floração/frutificação passam a atuar com maior intensidade.

Tabela 18. Análise de variância da taxa de crescimento relativo (TCR) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em três estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral e frutificação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação
Blocos	2	0,00005047	0,00004336	0,00075927
Nível de CEa = N	4	0,00004659	0,00088520	0,00056598
Resíduo (a)	8	0,00005477	0,00060530	0,000524396
Genótipo = G	2	0,00015247 *	0,00423049 *	0,00233707
G x N	8	0,00005561	0,00026652	0,00082734
Resíduo (b)	20	0,00003398	0,00075674	0,00109189
CV _(a) (%)		0,75	2,51	2,37
CV _(b) (%)		0,59	2,81	3,43

* P < 0,05 pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.



Na mesma fase, letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. DMS (Crescimento vegetativo = 0,0054, Indução floral = 0,0254, Frutificação = 0,0305).

Figura 18. Médias da taxa de crescimento relativo (TCR) de genótipos de abacaxizeiro nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral e frutificação.

4.2 Índices fisiológicos

4.2.1 Teor relativo de água nas folhas e déficit de saturação

Na Tabela 19, constata-se que o teor relativo de água (TRA) variou entre os genótipos ($P < 0,05$) apenas no estágio de maturação, aos 18 meses. Efeito linear de níveis de salinidade foi constatado nos estádios de maturação, aos 18 meses. Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre genótipos e níveis de salinidade. Pelos valores significativos de desvio de regressão ($P < 0,01$), nos estádios de frutificação (aos 15 meses) e de maturação, deve ter havido efeito de terceiro ou quarto grau, porém, sem grande importância prática por não justificar o efeito da salinidade sobre o comportamento da variável estudada, optando-se, neste caso, por um efeito significativo de grau inferior.

Tabela 19. Análises de variância do teor relativo de água (TRA) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

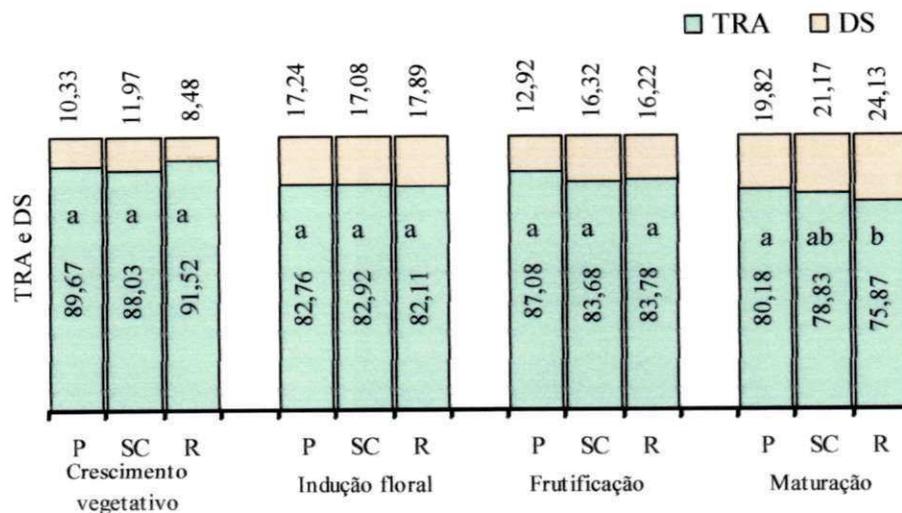
Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	28,9236	14,7810	85,5795 *	5,4468
Nível de CEa = N	4	54,0254	20,9039	85,7675 *	44,6609 **
Linear	1	-	-	56,1374	141,8276 **
Quadrático	1	-	-	34,8654	3,4800
Desvios de regressão	2	-	-	126,0337 **	16,6680 **
Resíduo (a)	8	36,4199	6,6896	18,1786	4,1259
Genótipo = G	2	45,6940	2,7800	56,2851	78,4071 **
G x N	8	22,6216	7,3723	27,8744	12,2271
Resíduo (b)	20	18,1183	17,2672	28,3775	5,2660
CV _(a) (%)		6,72	3,13	5,02	2,61
CV _(b) (%)		4,74	5,03	6,28	2,95

* e ** P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

As plantas mantiveram alto conteúdo hídrico nos tecidos, independente dos estádios de desenvolvimento. Diferenças nos teores relativos de água entre os genótipos foram observadas apenas no estágio de maturação (Figura 19). O valor da TRA da cultivar Pérola foi estatisticamente ($P > 0,05$) igual ao da cultivar Smooth Cayenne e superior ($P < 0,05$) ao híbrido Roxo, que se sobressaiu com o menor valor. Por sua vez, a cultivar Smooth Cayenne apresentou TRA similar ao híbrido Roxo.

Houve variações mínimas nos valores da TRA no estágio de maturação, observando-se que, aumentando os níveis de salinidade da água de irrigação, houve redução na TRA, sem, contudo, comprometer uma adequada reposição de água às folhas. Na Figura 20, observam-se que os teores relativos de água do abacaxizeiro, no estágio de maturação, diminuíram à medida que se aumentava o nível de sal na água de irrigação. A diminuição do teor relativo de água por incremento unitário da CEa foi de 2,51 (3,12%) no estágio de maturação, provavelmente, afetando a produção e a qualidade dos frutos, pela dificuldade de absorção de água pelas

plantas, principalmente nos níveis mais elevados de sais e interferindo nos processos fisiológicos e no metabolismo das plantas.



Na mesma fase, letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. DMS (Crescimento vegetativo = 3,93, Indução floral = 3,84, Frutificação = 4,92, Maturação = 3,35).

Figura 19. Médias do teor relativo de água (TRA) e do déficit de saturação (DS) de genótipos de abacaxizeiro nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

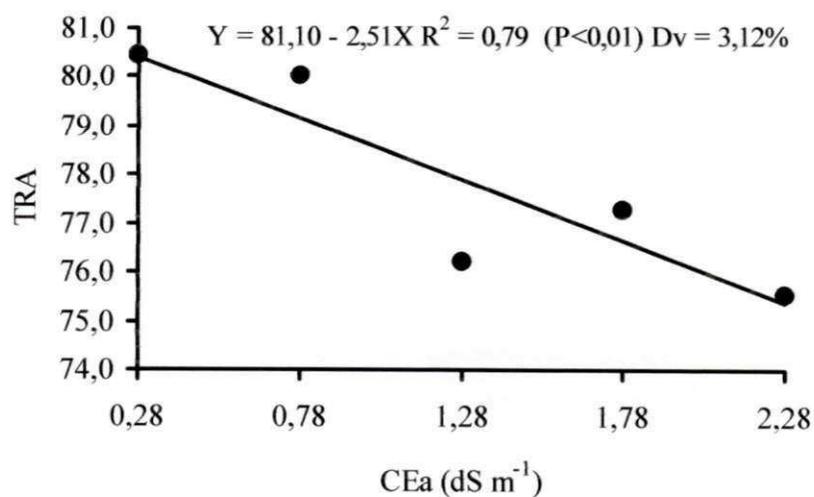


Figura 20. Relação linear do teor relativo de água (TRA) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), na maturação.

Em estudos com goiabeira, o TRA e o potencial hídrico da folha decresceram com o aumento dos níveis de salinidade, reduzindo a capacidade de absorção de água pelas plantas (Távora et al., 2001). Em meloeiro, Barros (2002) relata que, embora o crescimento da parte aérea das plantas se reduziu com o acentuado potencial osmótico do substrato onde cresce, a diminuição da absorção de água não é, necessariamente, a causa principal do reduzido crescimento das plantas em ambiente salino. Mesmo não se dispondo de um número maior de informações sobre o abacaxizeiro, Silva (2002) verificou que o aumento da salinidade da água de irrigação acarretou redução nos teores de K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} , e aumentou a concentração de Na^+ em folhas de mangueira, atribuindo tais fatos à perda de parte do poder seletivo de absorção iônica da plasmalema. Em cajueiro, o TRA aumentou linearmente com os níveis de salinidade, indicando interferência sobre o estado hídrico das plantas (Carneiro et al., 2002).

O aumento do teor de água em folhas com o aumento da salinidade da água de irrigação é reflexo do ajustamento osmótico, com a planta acumulando íons no vacúolo das células ou sintetizando compostos orgânicos visando baixar o potencial hídrico interno e garantir a absorção de água, mantendo as células túrgidas. Devido ao aumento da concentração de solutos osmoticamente ativos, é importante ressaltar que a água no interior das células, embora em maior quantidade, fica menos disponível, para fotossíntese com conseqüências negativas para a planta, fato também relatado por (Cushman, 2001a).

Não foram observadas diferenças expressivas no déficit de saturação entre genótipos, nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral e frutificação, aos 6, 12 e 15 meses, respectivamente (Figura 19). No estágio de maturação, observou-se maior déficit de saturação no híbrido Roxo e menor na cultivar Pérola. Isto significa que o híbrido Roxo apresentou uma menor eficiência hídrica e teve mais dificuldade de atender as suas necessidades hídricas, enquanto a cultivar Pérola foi mais eficiente em aproveitar a umidade do solo. A cultivar Smooth Cayenne ficou em posição intermediária quanto ao déficit de saturação.

4.2.2 Área foliar

Constata-se por meio dos resultados da análise de variância (Tabela 20) que os dados ajustaram-se ao modelo linear significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade sobre a área foliar (AF) dos genótipos de abacaxizeiro, apenas no estágio de indução floral. Deste resultado, infere-se que a salinidade da água afetou a área foliar do abacaxizeiro somente aos 12 meses, a partir daí, não afetando o comportamento da planta.

Nos quatro estádios de desenvolvimento das plantas, embora sem diferenças significativas ($P > 0,05$) entre genótipos as médias de AF nas fases de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação foram de 1.684, 1.041, 9.705 e 11.642 cm^2 , respectivamente.

Nos estádios de crescimento vegetativo, frutificação e maturação não houve efeito dos níveis de salinidade da água sobre a área foliar. De modo geral, no estágio de crescimento vegetativo, a maior área foliar (2.036,5 cm^2) ocorreu no nível de 2,28 dS m^{-1} e a menor no nível salino de 0,78 dS m^{-1} . No estágio de indução floral a maior AF (11.511,3 cm^2) ocorreu no nível salino 0,28 dS m^{-1} e a menor (8.554 cm^2) no nível salino 2,28 dS m^{-1} .

Na Figura 21, percebe-se que, no estágio de indução floral, houve efeito linear significativo ($P < 0,01$) de níveis salinos sobre a área foliar, indicando que a área foliar diminuiu proporcionalmente à medida que se aumentaram os níveis de salinidade aplicados, cujo decremento foi de 1.257,32 cm^2 (11,13%) para cada unidade de CEa aplicada (dS m^{-1}). O aumento da concentração salina na água de irrigação provocou redução na área foliar das plantas entre 15 a 25% em trabalhos desenvolvidos com abacaxizeiro por Marinho et al. (1998).

Tabela 20. Análise de variância da área foliar – AF (cm²) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	284.202	5.622.412	354.863	13.921.472
Nível de CEa = N	4	471.151	10.872.849 *	76.421.265	35.534.519
Linear	1	-	35.567.081 **	-	-
Quadrático	1	-	203.895	-	-
Desvios de reg.	2	-	3.860.210	-	-
Resíduo (a)	8	127.872	2.064.918	26.641.286	16.445.452
Genótipo = G	2	371.071	6.275.016	23.070.929	59.272.238
G x N	8	153.346	7.370.726	19.425.384	6.393.287
Resíduo (b)	20	117.998	7.708.161	14.642.091	17.668.430
CV _(a) (%)		21,24	14,31	53,18	34,83
CV _(b) (%)		20,40	27,65	39,43	36,10

* e ** P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

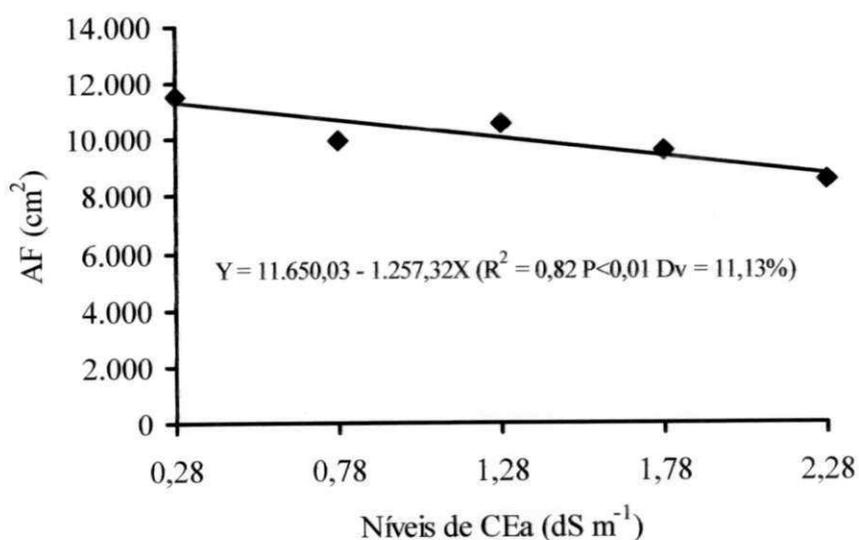


Figura 21. Relação linear da área foliar (AF) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) no estágio de indução floral.

A redução da área foliar em função do aumento dos níveis de salinidade aplicados na água de irrigação foi observada no estágio de indução floral e pode indicar uma adaptação do abacaxizeiro ao estresse salino. Este resultado está de acordo com diversos autores, como: Gurgel et al. (2003) trabalhando com acerola; Farias et al. (2003) e Carmo et al. (2003) na cultura do melão; e Carneiro et al. (2002), em genótipos de cajueiro, os quais concluíram que o incremento da salinidade da água de irrigação afeta a área foliar das plantas do início para o final do crescimento. Em goiabeira, a área foliar por planta foi reduzida em 92% quando a CEa atingiu 150 mmol L^{-1} , conforme Távora et al. (2001).

4.2.3 Índice de área foliar

O IAF é uma das variáveis biológicas mais utilizadas para estudos do dossel vegetal, devido ser diretamente relacionado com a evapotranspiração e a produtividade. Na Tabela 21, encontram-se os resumos da análise de variância para índice de área foliar (IAF) de genótipos de abacaxizeiro nos distintos níveis de salinidade estudados. Não houve diferença significativa entre genótipos, tendo sido encontrado efeito significativo ($P < 0,05$) de níveis de salinidade ($P < 0,05$) sobre o IAF na indução floral, sem ser constatada interação significativa entre ambos. Nos períodos de crescimento vegetativo, frutificação e maturação, não foi constatado efeito significativo de níveis de salinidade da água no IAF. Sobre o comportamento dessa variável em abacaxizeiro, Souza (2003) encontrou que, por ocasião da indução floral, o IAF pode alcançar 12, entretanto, valores entre 6 e 8 são os mais comuns. Farias et al. (2003) em meloeiro, constataram que o índice de área foliar não foi afetado pela salinidade da água de irrigação.

Dos resultados da Tabela 21, infere-se que os índices de área foliar foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação, cujos valores médios de IAF, nesta mesma ordem, foram de 0,70; 4,18; 4,02 e 4,85.

Tabela 21. Análise de variância do índice de área foliar (IAF) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta: crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	0,0496	0,9771	0,6151	2,4165
Nível de CEa = N	4	0,0812	1,8871	13,2672	6,1733
Linear	1	-	6,1727 **	-	-
Quadrático	1	-	0,0374	-	-
Desvios de regressão	2	-	0,6692	-	-
Resíduo (a)	8	0,0220	0,3590	4,6227	2,8558
Genótipo = G	2	0,0660	1,0917	4,0009	10,2917
G x N	8	0,0269	1,2839	3,3735	1,1038
Resíduo (b)	20	0,0204	1,3390	2,5426	3,0625
CV _(a) (%)		21,19	14,33	53,48	34,84
CV _(b) (%)		20,36	27,66	39,43	36,08

* P < 0,05 pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

Na Figura 22, encontram-se as tendências de níveis de salinidade sobre o índice de área foliar do abacaxizeiro, no estágio de indução floral, cujos índices de área foliar diminuíram com o aumento dos níveis salinos na água de irrigação, com decrementos de 0,528 (11,21%) por aumento unitário de CEa. Além do efeito da salinidade, a redução do IAF ocorreu em virtude da paralisação da emissão de folhas, devido a diferenciação do meristema apical para produzir a inflorescência e também pela intensificação da senescência das folhas. Estes decrementos afetaram a superfície foliar da planta, que é a base do seu rendimento potencial, pois à medida que o IAF aumenta, aumentam a interceptação de luz e a fotossíntese líquida.

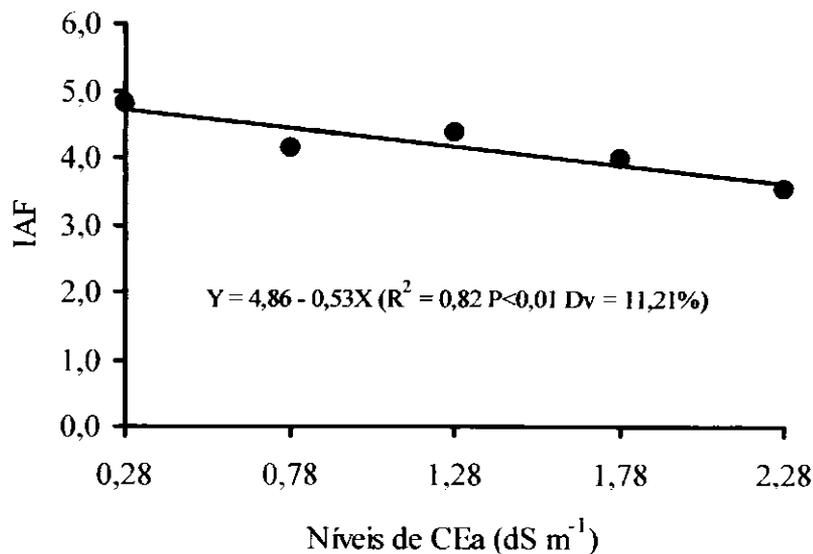


Figura 22. Relação linear do índice de área foliar (IAF) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água(CEa) no estágio de indução floral.

4.2.4 Razão de área foliar

A RAF expressa o quanto da fitomassa é alocado para a formação de folhas. Cultivares que apresentam alto investimento em folhas, ou seja, elevada RAF, possuem maior potencial de cobertura do solo, uma vez que há correlações positivas deste índice com a TCR e a TAL, relatados por Seibert & Pearce (1993).

É um bom indicativo de maior produção, representando a área foliar útil para a fotossíntese, ou seja, a área foliar utilizada para produzir fotossintatos. Como a superfície foliar tem influência direta sobre a captação de luz e ativação da fotossíntese, espera-se que as variedades com maiores valores de RAF sejam mais eficientes na captação de energia e síntese de compostos orgânicos.

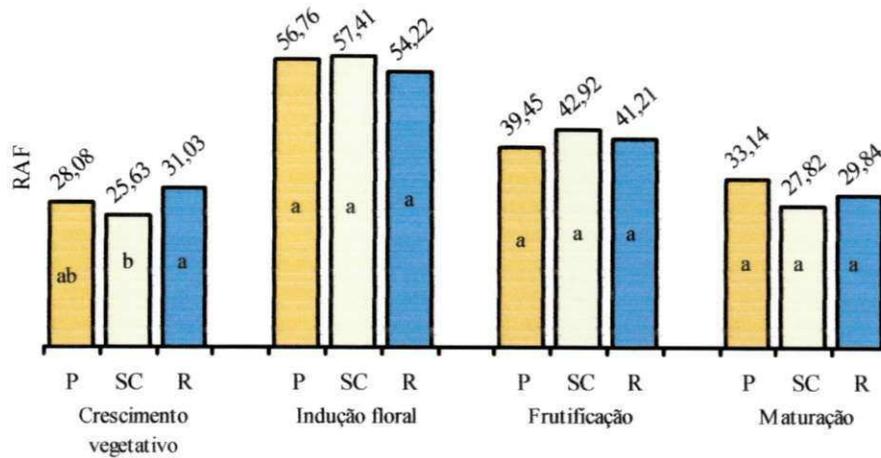
Os resultados da análise de variância para razão de área foliar (RAF) estão apresentados na Tabela 22, constatando-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre genótipos apenas no estágio de crescimento vegetativo da planta. No estágio de maturação houve efeito quadrático significativo ($P < 0,05$) de níveis de salinidade sobre a RAF. Nas fases de crescimento vegetativo, indução floral e frutificação a RAF não foi afetada pelos níveis de salinidade da água.

Conforme a Figura 23, no estágio de crescimento vegetativo, a RAF do híbrido Roxo foi estatisticamente igual a da cultivar Pérola, porém significativamente ($P < 0,05$) superior à RAF da cultivar Smooth Cayenne. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) nas médias da RAF das cultivares Pérola e Smooth Cayenne. Nos estádios de indução floral, frutificação e maturação, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre genótipos quanto à razão de área foliar.

Tabela 22. Análise de variância da razão de área foliar (RAF) de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, em quatro estádios de desenvolvimento da planta.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Crescimento vegetativo	Indução floral	Frutificação	Maturação
Blocos	2	3,1894	16,8342	30,4169	9,3626
Nível de CEa = N	4	57,2360	386,8819	52,0080	97,7417 *
Linear	1	-	-	-	301,8037 **
Quadrático	1	-	-	-	64,586 *
Desvios de regressão	2	-	-	-	12,2884
Resíduo (a)	8	25,2074	25,5064	21,8174	10,7860
Genótipo = G	2	109,6254 *	42,670	45,2423	108,3790
G x N	8	11,1317	45,9149	27,4175	12,5698
Resíduo (b)	20	19,1355	29,4382	24,7706	2,5507
CV _(a) (%)		17,77	9,00	11,34	10,85
CV _(b) (%)		15,49	9,68	12,08	15,34

* e ** $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente, pelo teste F
GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.



Na mesma fase, letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. DMS (Crescimento vegetativo = 4,04, Indução floral = 5,01, Frutificação = 4,60, Maturação = 4,29). P = Pérola, SC = Smooth Cayenne, R = Roxo.

Figura 23. Médias da razão de área foliar (RAF) de genótipos de abacaxizeiro nos estádios de crescimento vegetativo, indução floral, frutificação e maturação.

Na Figura 24 está representada a tendência quadrática de níveis de salinidade sobre a razão de área foliar dos genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação, aos 18 meses, onde a RAF aumentou suavemente atingindo um valor máximo de 32,86, no nível de CEa estimado de $1,92 \text{ dS m}^{-1}$. A partir deste ponto a RAF tendeu a diminuir, indicando uma redução do investimento da planta em material foliar. Os valores crescentes da RAF sugerem um efeito menor da salinidade sobre a área foliar quando relacionada com a fitomassa total, o que está de acordo com o que foi observado por Gurgel et al. (2003) em aceroleira e Bezerra et al. (2002) em cajueiro.

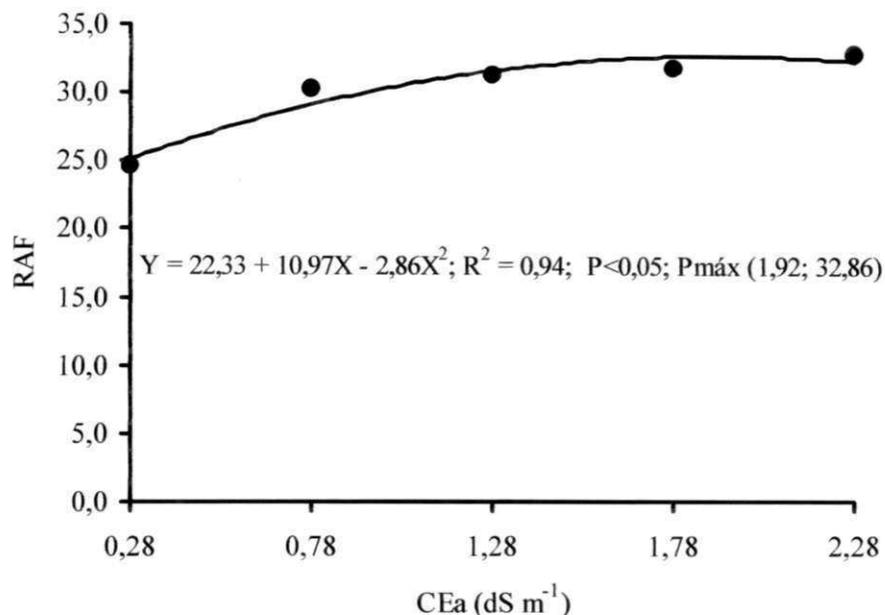


Figura 24. Relação quadrática da razão de área foliar (RAF) de genótipos de abacaxizeiro em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

4.2.5 Taxa de assimilação líquida

Esse índice expressa o potencial da produção de novos materiais pelas folhas. No caso dos genótipos de abacaxizeiro, foram registrados maiores valores no período vegetativo, durante a formação do aparelho fotossintetizador. De acordo com a análise de variância, a Taxa de assimilação líquida (TAL) do abacaxizeiro não variou significativamente em função dos níveis de salinidade nem entre genótipos (Tabela 23), sendo todos igualmente eficientes na produção de fotossintatos por área de folha. Também não foi detectada interação significativa ($P > 0,05$) entre ambos fatores, indicando não haver interdependência entre eles sobre a TAL.

Os valores médios das taxas de assimilação líquida do abacaxizeiro nas idades das plantas de 6-12, 12-15 e 15-18 meses foram de $13,49 \times 10^{-4}$, $7,75 \times 10^{-4}$ e $19,73 \times 10^{-4}$, respectivamente.

Tabela 23. Resultados das análises de variância para taxa de assimilação líquida (TAL) de genótipos de abacaxizeiro, em função de níveis de salinidade de água (CEa).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios ¹⁾ / Idade da plantas (meses)		
		6-12	12-15	15-18
Blocos	2	411,9625	53,7546	191,9557
Níveis de CEa = N	4	356,5615	288,8998	299,1386
Resíduo (a)	8	330,1606	121,6642	460,7820
Genótipo = G	2	557,0766	144,2703	1.142,4690
G x N	8	324,0687	64,6397	406,2966
Resíduo (b)	20	224,2840	184,4508	524,6250
Média	-	13,49	7,75	19,73

⁽¹⁾ Dados previamente multiplicados por 10⁴; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

Mesmo sem diferenças significativas entre genótipos em cada período de crescimento do abacaxizeiro, pode-se observar uma tendência de maior TAL para a cultivar Smooth Cayenne, principalmente nos períodos de 12-15 e 15-18 meses de idade das plantas, genótipo desenvolvido no Havaí e mais cultivado para fins industriais em todo o mundo (Cunha & Cabral, 1999). A cultivar Smooth Cayenne foi a que apresentou a maior taxa de incremento de matéria seca por unidade de área foliar por unidade de tempo, o qual dá uma medida indireta da maior eficiência fotossintética desta cultivar.

4.2.6 Eficiência quântica do FS II (fluorescência)

Pela análise da Tabela 24 e da Figura 25, verificam-se diferenças entre os genótipos na fluorescência inicial (F_0), ocorrendo na cultivar Pérola maior redução percentual ao longo dos estádios de desenvolvimento (6, 12 e 15 meses). Na cultivar Smooth Cayenne, a redução de F_0 foi menor com o aumento dos níveis de CEa, ocorrendo pouca variação ao longo do ciclo, sendo máxima aos 6 meses. O híbrido Roxo teve comportamento intermediário, com redução máxima de F_0 aos 15 meses.

Tabela 24. Incrementos percentuais positivos e negativos de fluorescência da clorofila de três genótipos de abacaxizeiro, em três estádios de desenvolvimento, em função do aumento da CEa (0,28 – 2,28 dS m⁻¹).

Genótipo	Estádios de desenvolvimento	Variáveis de Fluorescência		
		F ₀	F _v /F _m	F _v /F ₀
Pérola	Crescimento (6 meses)	- 24,88	- 7,00	- 40,92
	Indução floral (12 meses)	- 6,68	- 8,00	- 71,30
	Frutificação (15 meses)	- 33,45	- 11,00	- 76,28
Smooth Cayenne	Crescimento (6 meses)	- 15,87	- 5,00	- 4,65
	Indução floral (12 meses)	- 5,71	- 6,00	+ 20,53
	Frutificação (15 meses)	- 6,64	- 4,00	+ 37,71
Roxo	Crescimento (6 meses)	- 8,96	- 10,00	- 7,17
	Indução floral (12 meses)	- 4,43	- 9,00	- 11,76
	Frutificação (15 meses)	- 21,54	- 11,00	- 7,17

F₀ = Fluorescência inicial; F_m = Fluorescência máxima e F_v = Fluorescência variável

Segundo Konrad et. al. (2005), estresses ambientais causam alterações estruturais no FS II, resultando no aumento de F₀, pois em vez de a energia ser transmitida aos centros de reação, ocorre aumento da excitação das moléculas de clorofila e a emissão dessa excitação como fluorescência. Na cultivar Pérola, a atividade do FS II foi reduzida em 26,77% entre os 12 e 15 meses, pelo aumento da CEa, enquanto a Smooth Cayenne, sofreu menor nível de desorganização do fotossistema II, sendo por este parâmetro mais eficiente em termos de atividade fotossintética. Neste mesmo período, ocorreu redução de 17,11% na atividade fotossintética do híbrido Roxo.

O valor da razão F_v/F_m encontrada por Da Matta (2002), em folhas de cafeeiro não fotoinibidas foi da ordem de 0,80 a 0,83 elétron por quantum, enquanto no presente trabalho foram registrados valores entre 0,74 e 0,83 elétron por quantum, até o nível de CEa de 1,8 dS m⁻¹ (Figura 26).

Observando-se a relação F_v/F_m, na Tabela 24 e na Figura 26, notam-se pequenas variações nos valores apresentados pelos genótipos nos diferentes estádios de desenvolvimento. Percebe-se que o aumento da salinidade reduziu a relação F_v/F_m entre os genótipos, sugerindo que o acceptor primário do FS II estava mais oxidado e

que a conversão fotoquímica e a capacidade de transporte de elétrons foram reduzidas. Observou-se na cultivar Smooth Cayenne a menor redução na razão F_v/F_m , sendo, portanto, a que teve melhor eficiência quântica. As pequenas variações detectadas entre os valores apresentados pelas cultivares, bem como entre os estádios de desenvolvimento, não conferem a este índice sensibilidade para se apresentar como indicador confiável de estresse nem, também, para ser utilizado como parâmetro para seleção de plantas.

A relação F_v/F_0 do FS II é usada sob certas condições quando F_0 ou F_v variam pouco e onde F_v/F_m tem se mostrado pouco sensível a alterações na fotoquímica como inclusive tem-se no presente trabalho. Neste caso, a razão F_v/F_0 possivelmente correlaciona-se melhor com as variações detectadas em F_v/F_m , conforme relatado por Da Matta (2002). Diferenças sensíveis foram verificadas na razão F_v/F_0 entre os genótipos, conforme Tabela 24 e Figura 27, tendo a cultivar Pérola apresentado maior redução (maior inibição) da ordem de 35,36%, crescentes com a idade da planta, e, por isso, destacando-se das demais e apresentando-se como a que teve a maior desorganização do FS II, como igualmente ao ocorrido com a F_0 (Figura 25). O híbrido Roxo apresentou pouca redução neste índice, tendo sido pouco afetada a organização do FS II, como já ocorreu na F_0 (Figura 25). Na cultivar Smooth Cayenne, os valores foram crescentes, dos 6 aos 15 meses, aumentando a razão F_v/F_0 42,36% à medida em que aumentavam os níveis de CEa. Este comportamento contrasta fortemente com os outros dois genótipos, mas ressalta a capacidade desta cultivar organizar melhor as atividades do FS II, mesmo aumentando a CEa, comportamento já verificado na F_0 (Figura 25). Pelos dados obtidos, em comparação aos valores de F_0 e F_v/F_m , pode-se afirmar que este índice é mais convincente para ser usado como parâmetro de estresse, em abacaxi, podendo ser utilizado como índice de seleção de plantas. Não foram encontrados na literatura registro de tais ocorrências em abacaxizeiro, entretanto, Konrad et al. (2005), estudando o estresse provocado pelo alumínio sobre o cafeeiro, observou aumento significativo na fluorescência basal F_0 e queda na eficiência quântica máxima do FS II (F_v/F_m), sugerindo injúrias na estrutura dos tilacóides. Percebe-se haver similaridade entre estes resultados e os encontrados no presente trabalho.

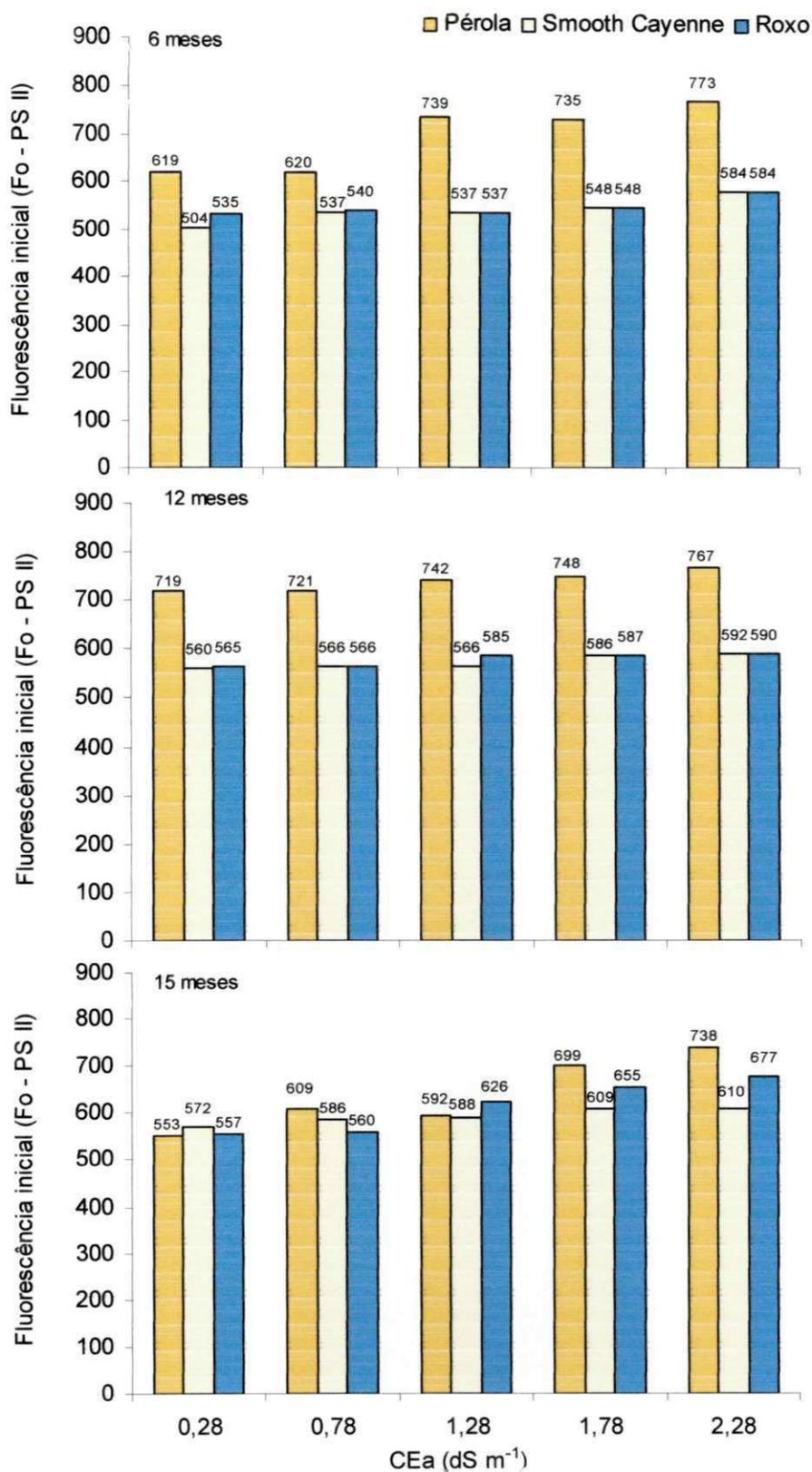


Figura 25. Dados de fluorescência inicial (F_0) do fotossistema II, observados nos genótipos de abacaxizeiro, aos 6, 12 e 15 meses, em função de níveis de salinidade de água (CEa).

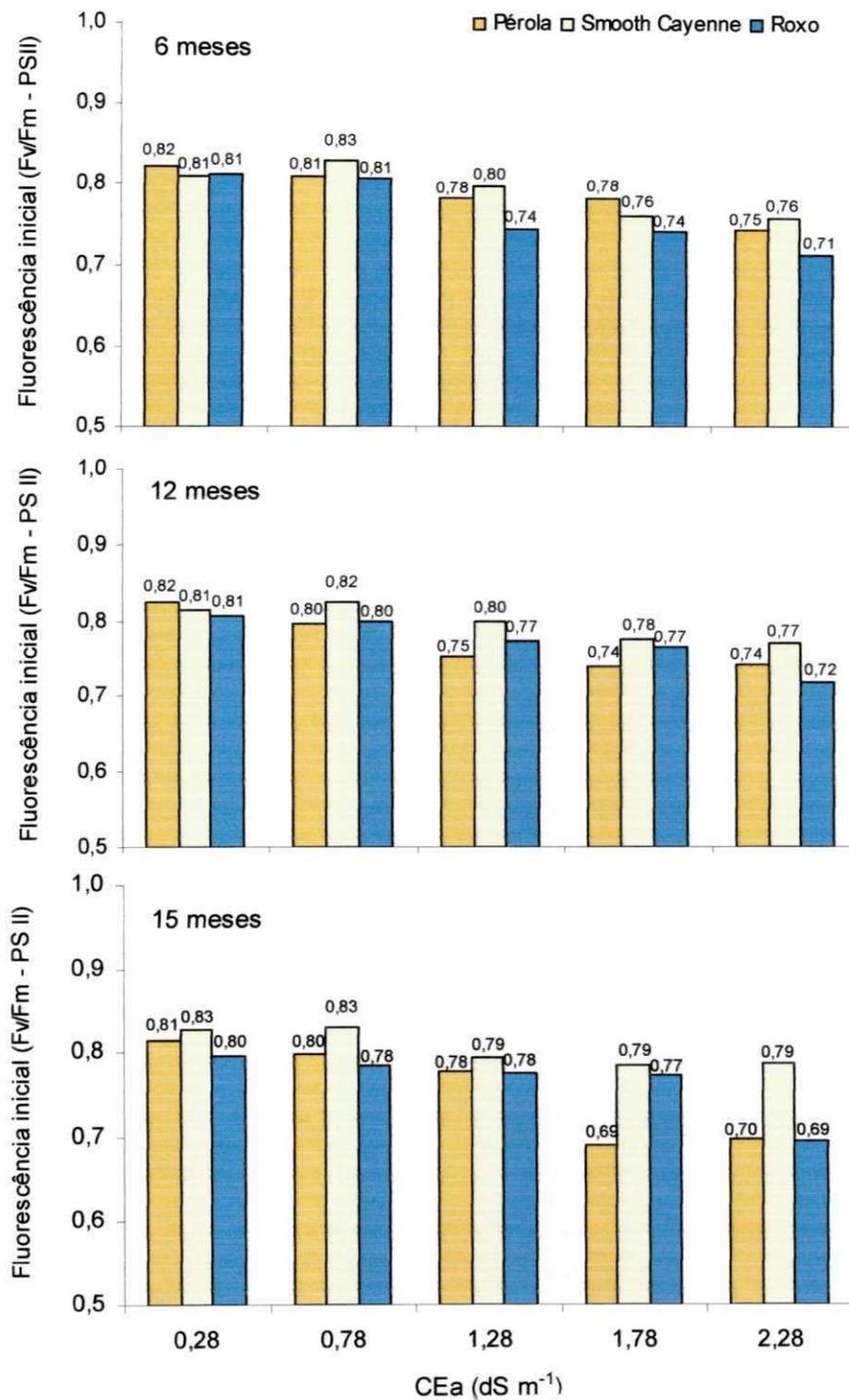


Figura 26. Dados de eficiência quântica (F_v/F_m) do fotossistema II, observados nos genótipos de abacaxizeiro, aos 6, 12 e 15 meses, em função de níveis de salinidade de água (CEa).

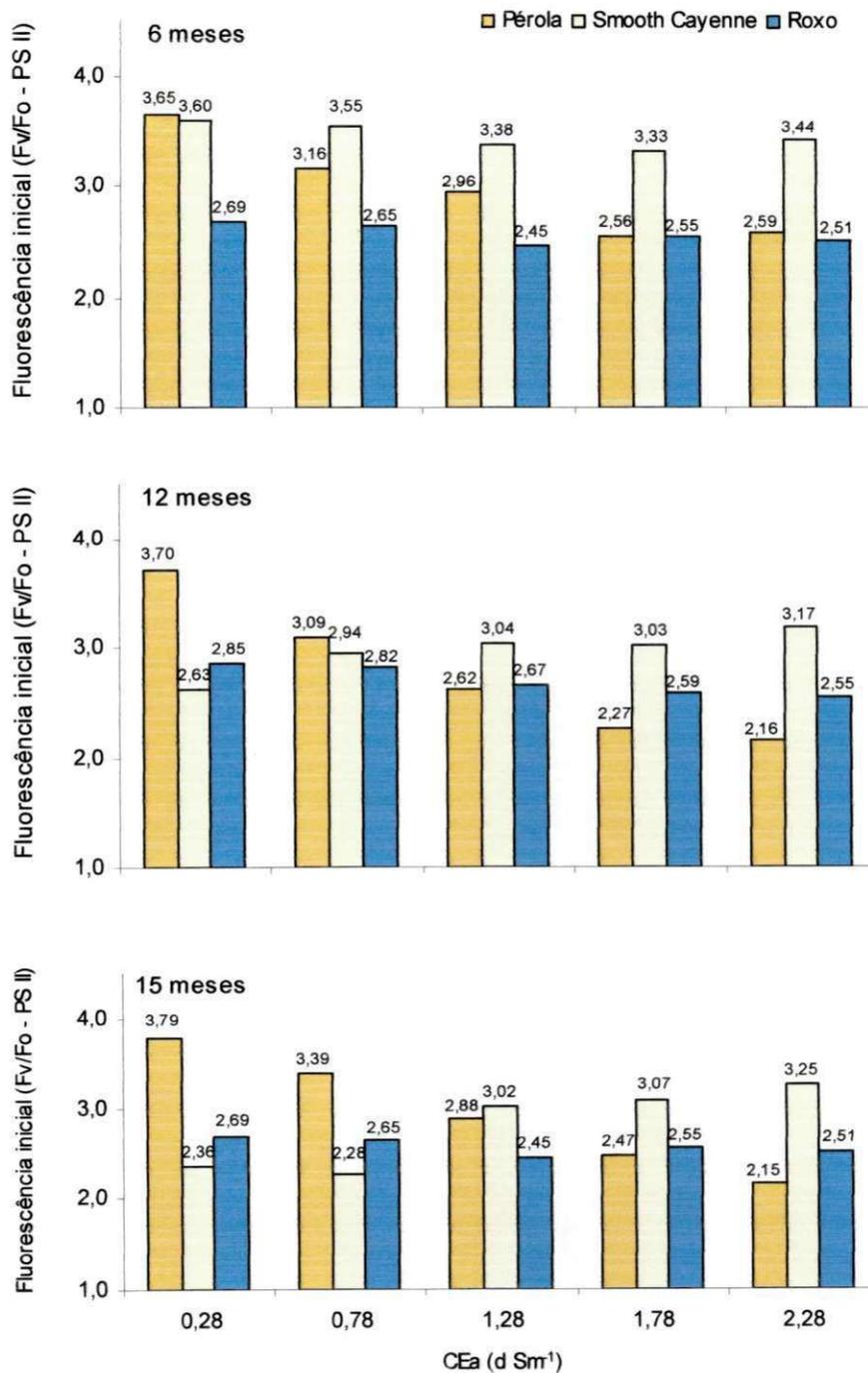


Figura 27. Relação F_v/F_o do fotossistema II, observados nos genótipos de abacaxizeiro, aos 6, 12 e 15 meses, em função de níveis de salinidade de água (CEa).

4.2.7 Condutância estomática

Pelos dados contidos na Tabela 25 e Figura 28, verifica-se que a condutância estomática variou entre os genótipos, independente do nível de salinidade; esses dados são médias obtidas em cada genótipo nos vários tratamentos de concentrações de sais na água de irrigação. As maiores médias de condutância foram registradas na cultivar Smooth Cayenne ($4,50 \text{ mm s}^{-1}$), cujos estômatos se abriram mais para as trocas gasosas, conseqüentemente, com maior incorporação de CO_2 que os outros genótipos, seguido do híbrido Roxo (média 20,24% menor) e da cultivar Pérola (média 63,83% menor).

O abacaxizeiro é planta da rota CAM de fixação de CO_2 , isto é, tem o mesmo metabolismo das crassuláceas; em condições típicas da ocorrência dessas plantas (temperatura e luminosidade altas e limitação de suprimento hídrico), visando à economia de água, os estômatos se abrem à noite (Choairy, 1992; Pessarakalli, 1994; Christopher & Holtum, 1998).

No presente trabalho, nas medições feitas no dia 13/05/2002, os estômatos começaram e se abrir próximo às 17:00h, estabilizando-se entre 20:00 e 23:45h, com valores de $2,8\text{-}2,7 \text{ mm s}^{-1}$ na cultivar Pérola, $4,2\text{-}4,8 \text{ mm s}^{-1}$ na Smooth Cayenne e $3,5\text{-}3,9 \text{ mm s}^{-1}$ no híbrido Roxo. No próximo horário de avaliação, que foi em torno das 6:16h (14/05/2002), registraram-se os valores mais altos da abertura estomática. Isto ocorreu, certamente, devido ao aparecimento da luz solar ter possibilitado o reinício do processo de fotossíntese e disponibilizado novos sítios de malato. Neste horário, a média da condutância da cultivar Smooth Cayenne foi 50,06 % superior ao do híbrido Roxo e 69,11 % ao da cultivar Pérola. Interessante é que, logo em seguida, na avaliação próxima às 8:00h, foram observados valores muito baixos de condutância estomática (Tabela 25 e Figura 28) e fechamento dos estômatos nos horários seguintes.

Os níveis de CEa afetaram as cultivares de modo diferenciado, e as maiores médias de condutância estomática ocorreram no nível de $1,28 \text{ dS m}^{-1}$ às 6,00 horas. Analisando-se o efeito da salinidade na cultivar Smooth Cayenne (Tabela 26 e Figura 29), observou-se que as plantas submetidas a níveis de CEa superiores a $1,28 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram menores médias de condutância estomática.

As médias de condutância estomática da cultivar Pérola, em função dos níveis de salinidade, encontram-se na Tabela 27 e Figura 30. Observam-se reduções nestes

valores a partir do nível de salinidade correspondente a $0,78 \text{ dS m}^{-1}$, indicando que, a partir deste nível, houve queda na eficiência do processo fotossintético de 54,02 a 65,79%. Embora sem referir-se ao abacaxizeiro, Rozema & Van Diggelan (1991) demonstraram que, mesmo em plantas halófitas, quando se irriga com água de elevada concentração de sais, pode haver uma redução na produção primária, devido a diminuição da atividade fotossintética como consequência da redução da abertura estomática.

O híbrido Roxo teve pouca variação nas médias de condutância estomática, nos diferentes níveis de salinidade, nos horários de maior abertura dos estômatos, tendo sido o grau de abertura pouco afetado pelos níveis de salinidade, indicando bom ajuste ao estresse salino (Tabela 28 e Figura 31).

A salinidade afeta significativamente a produção e a condutância estomática (Katerji et al., 2000). Nos resultados de Romero-Aranda et al. (2001) em tomateiro, o aumento da concentração de sais induziu a redução da condutância estomática e Silva Júnior et al. (2002), estudando coqueiro, afirmaram que os tratamentos que receberam água salina impuseram sérias restrições ao crescimento das plantas.

Como, basicamente, não se dispõe de informações sobre a condutância estomática em abacaxi, esperava-se obter dados condizentes com registros da literatura, segundo os quais, há mudanças nos mecanismos de captação e no metabolismo do CO_2 quando as plantas CAM estão em condições de suprimento adequado de umidade no solo; em tais situações, passam a abrir os estômatos durante o dia e fechá-los à noite, com metabolismo semelhante aos das Plantas C_3 (Drennan & Nobel, 2000; Cushman, 2001b; Taiz & Zeiger, 2002). Neste sentido, os valores de condutância estomática obtidos não condizem com tais informações, pois mesmo sendo as plantas irrigadas com lâmina de 5mm de água a cada 2 dias, permaneceram com os estômatos fechados a maior parte do dia. A grande diferença está nos primeiros instantes de luminosidade do dia, com alta condutância, em que o abacaxizeiro deve aproveitar para aumentar a sua eficiência fotossintética; isto pode explicar a grande produção de biomassa chegando no presente trabalho a 2,5 kg de fruto por planta, o que não é normal em planta CAM. Para explicar esta produção de biomassa, é provável que as plantas tenham alterado o seu mecanismo de fixação de CO_2 durante o tempo em que estavam com os estômatos abertos em presença de luz, produzindo compostos orgânicos diretamente pelo Ciclo de Calvin, sem passar pela via CAM, descrita anteriormente (Cushmann, 2001b).

Tabela 25. Valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) dos genótipos de abacaxizeiro, nos diferentes horários de avaliação.

Dia	Hora	Condutância (mm s^{-1})		
		Pérola	Smooth Cayenne	Roxo
13/05/2002	17:09	0,307	0,420	0,474
	20:00	2,767	4,241	3,532
	23:45	2,722	4,755	3,949
14/05/2002	6:16	8,106	13,708	9,135
	7:52	0,171	0,748	0,143
	9:25	0,000	0,000	0,000
	15:00	0,000	0,000	0,000

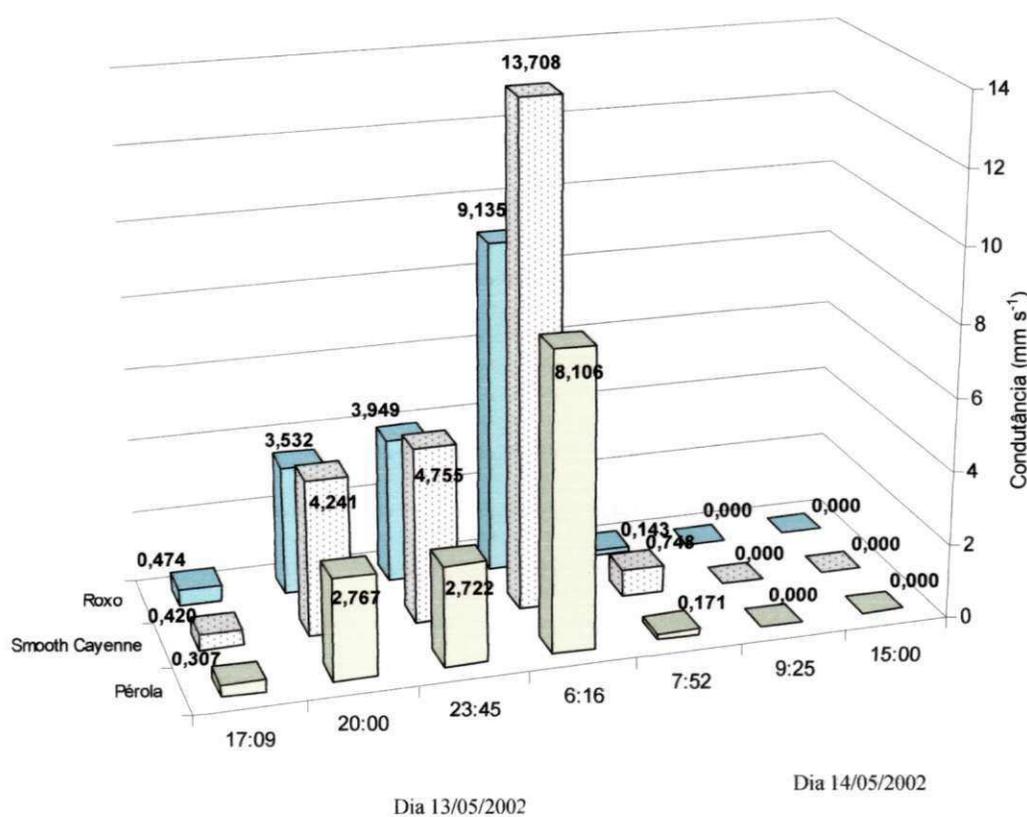


Figura 28. Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) dos genótipos de abacaxizeiro, nos diferentes horários de avaliação.

Tabela 26. Valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) da cultivar Smooth Cayenne, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação.

Dia	Hora	Níveis de salinidade (dS m^{-1})				
		0,28	0,78	1,28	1,78	2,28
13/05/2002	17:08	0,480	0,575	0,370	0,395	0,280
	20:00	4,425	4,410	4,720	4,080	3,570
	23:50	4,650	4,825	5,650	4,390	4,260
14/05/2002	6:17	16,850	14,200	16,850	12,400	8,240
	7:48	1,195	0,098	0,064	0,063	0,180
	9:25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	15:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

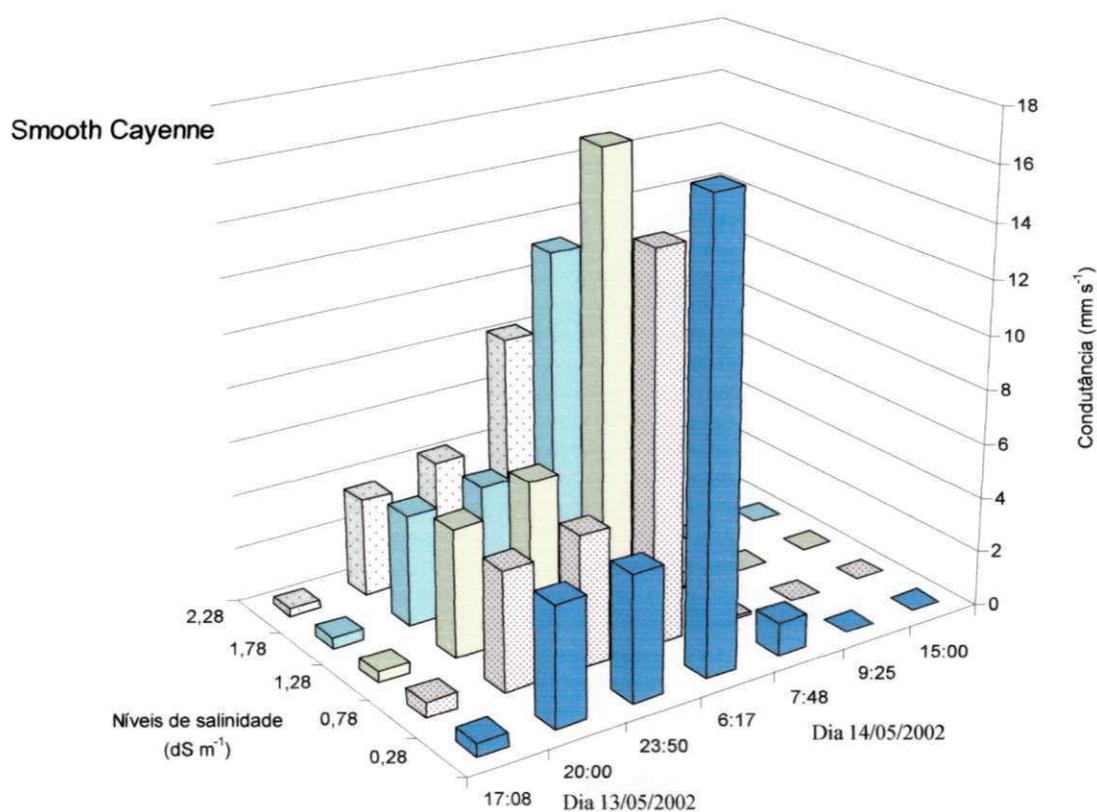


Figura 29. Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) da cultivar Smooth Cayenne, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação.

Tabela 27. Valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) da cultivar Pérola, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação.

Dia	Hora	Níveis de salinidade (dS m^{-1})				
		0,28	0,78	1,28	1,78	2,28
13/05/2002	17:09	0,400	0,320	0,295	0,350	0,172
	19:58	2,780	4,250	2,770	2,230	1,805
	23:45	3,150	3,795	2,545	2,220	1,900
14/05/2002	6:17	5,850	5,890	12,450	9,140	7,200
	7:55	0,270	0,168	0,182	0,141	0,093
	9:25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	15:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

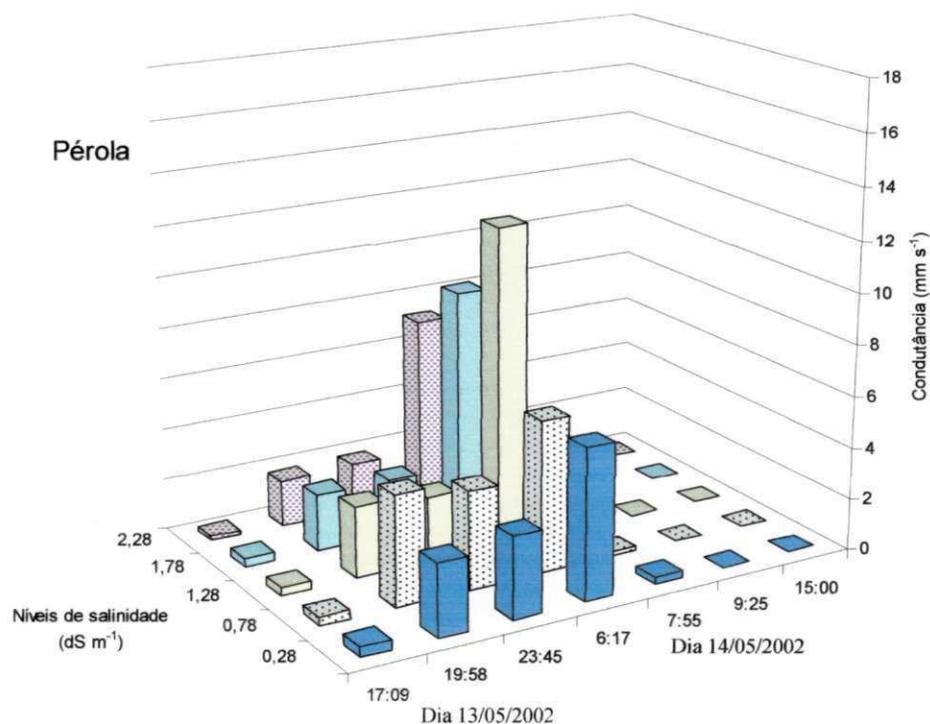


Figura 30. Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) da cultivar Pérola, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação.

Tabela 28. Valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) do híbrido Roxo, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação.

Dia	Hora	Níveis de salinidade (dS m^{-1})				
		0,28	0,78	1,28	1,78	2,28
13/05/2005	17:22	0,685	0,655	0,619	0,290	0,121
	20:09	3,500	3,580	3,655	3,400	3,525
	23:57	3,960	3,525	4,010	4,100	4,150
14/05/2002	6:25	9,725	8,880	10,550	8,505	8,015
	7:15	0,225	0,203	0,098	0,105	0,082
	9:25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	15:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Roxo

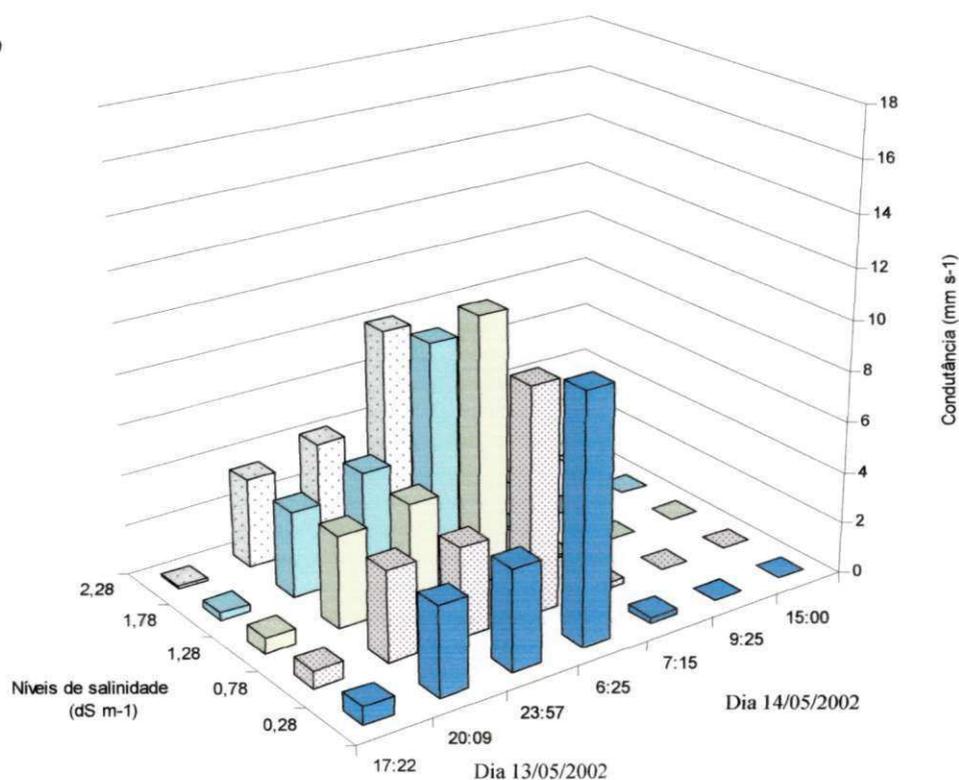


Figura 31. Representação gráfica dos valores de condutância estomática média (mm s^{-1}) do híbrido Roxo, em função dos níveis de salinidade de água (dS m^{-1}) nos diferentes horários de avaliação.

4.3 Produção e qualidade

Os resultados das análises de variância para peso médio de fruto sem coroa (PFr), fitomassa (FFr), comprimento (CFr) e diâmetro (DFr) de fruto, com os respectivos coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 29. Os dados referentes ao peso e comprimento de coroa, índice de colheita e relação coroa/fruto, sólidos solúveis totais (Brix) e acidez estão na Tabela 30.

Tabela 29. Análises de variância do peso (PFr), fitomassa (FFr), comprimento (CFr) e diâmetro (DFr) do fruto de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados, na colheita.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		PFr	FFr	CFr	DFr
Blocos	2	19.277, 2222	197,9734	1,1056	0,8309
Níveis de CEa = N	4	1.105.988, 3333 **	6.001,5434 **	55,9722 **	9,5370 **
Linear	1	3.536.284, 4444 **	20.550,5067 **	173,6111**	31,5654 **
Quadrático	1	792.064, 2857 **	2.048,6108	44,6429 *	6,3563 *
Desvios de reg.	2	47.802,3016	703.5281	2,8175	0,1132
Resíduo (a)	8	29.934, 1667	673,3674	5,2306	0,7712
Genótipo = G	2	554.683, 8889 **	16.435,0105 **	67,9389 **	8,0376 **
G x N	8	108.349, 1667 *	447,3068	4,6264	1,1237
Resíduo (b)	20	43.557, 7778	625,7451	4,1056	1,0948
CV _(a) (%)		17,39	23,04	16,47	8,68
CV _(b) (%)		20,98	22,21	14,59	10,34

* e ** P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente, pelo teste F; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 30. Análises de variância do peso da coroa (PCo), comprimento da coroa (CCo), relação coroa/fruto (Co/Fr), índice de colheita (IC), brix e acidez de genótipos de abacaxizeiro em função de níveis de salinidade de água (CEa) estudados.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		PCo	CCo	Co/Fr	IC	Brix	Acidez
Blocos	2	190,5556	0,7722	0,0043	0,0016	0,6421	0,0429
Níveis de CEa = N	4	1.652,2222 **	26,7778	0,0091	0,0047	1,5350	1,2302
Linear	1	2.006,9444 **	54,4444	-	-	1,2674	0,2351
Quadrático	1	2.271,6270 **	1,5556	-	-	1,6549	3,5000
Desvios de reg.	2	1.165,1588 **	25,5556	-	-	1,6089	0,5929
Resíduo (a)	8	157,2222	11,0778	0,0026	0,0030	4,0067	1,6537
Genótipo = G	2	27.793,8889 **	23,9056 *	0,0434 **	0,0312 **	15,0880 **	68,6202 **
G x N	8	1.689,7222	7,2944	0,0027	0,0020	2,8325	0,9386
Resíduo (b)	20	807,2222	4,9833	0,0019	0,0044	2,4986	1,8939
CV _(a) (%)		11,32	21,39	36,40	18,64	12,64	18,72
CV _(b) (%)		25,65	14,35	31,25	22,66	9,99	20,04

* e ** P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente, pelo teste F ; GL = Graus de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

4.3.1 Peso médio de fruto sem coroa

Foi constatada influência significativa (P<0,01) de genótipos e níveis de salinidade sobre o peso médio de fruto sem coroa (PFr) do abacaxizeiro. A interação entre esses fatores foi significativa (P<0,05), necessitando ser modificada a análise para se estudar o comportamento de genótipos no mesmo nível salino, bem como o efeito dos níveis de salinidade na água de irrigação em cada genótipo, cujos resultados estão na Tabela 29.

Na Tabela 31 observam-se diferenças significativas (P<0,05) entre genótipos apenas no nível de CEa 0,28 dS m⁻¹. Os frutos da cultivar Smooth Cayenne foram significativamente (P<0,05) mais pesados do que os da cultivar Pérola e do híbrido Roxo; estes desenvolveram frutos com pesos semelhantes.

Tabela 31. Médias de peso do fruto sem coroa – PFr (g) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados, na colheita.

Genótipos	Níveis de salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,28	0,78	1,28	1,78	2,28
Pérola	1.366,7 b	1.010,0 a	866,7 a	843,3 a	710,0 a
Smooth Cayenne	2.156,7 a	1.260,0 a	975,0 a	766,7 a	853,3 a
Roxo	1.230,0 b	830,0 a	766,7 a	650,0 a	636,7 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.; DMS = 431,4

Foi constatado pela análise de regressão efeito linear significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade sobre o peso dos frutos dos genótipos estudadas. Na Figura 32, observa-se uma redução do peso do fruto da cultivar Pérola de 296,02g (23,58%) por aumento unitário da salinidade na água de irrigação, sendo esta cultivar a que teve a menor perda de peso médio de fruto sem coroa. O peso do fruto da cultivar Smooth Cayenne diminuiu de forma quadrática em função do aumento dos níveis de CEa testados, atingindo um peso mínimo estimado de 745,8g no nível de salinidade estimado de 1,81 dS m⁻¹. Já, o peso do fruto do híbrido Roxo sofreu uma redução de 273,32g (24,94%) com o incremento de cada unidade de sal na água de irrigação.

Pelos resultados obtidos, infere-se que os níveis de salinidade da água influenciaram na produção dos frutos do abacaxizeiro Pérola, Smooth Cayenne e Roxo. Resultados semelhantes foram verificados por Wambiji et al. (1976) e Alvarez et al. (1995) também em abacaxizeiro.

Considerando-se a classificação de Maas (1986) para tolerância relativa das cultivares e à luz destes resultados, o abacaxizeiro comporta-se como moderadamente sensível à salinidade, sendo a cultivar Smooth Cayenne mais sensível ao efeito salino do que a cultivar Pérola e o híbrido Roxo, as quais se assemelharam quanto à sensibilidade à salinidade, concordando com Blaine et al. (1993) segundo o qual, o abacaxizeiro é medianamente tolerante à salinidade. Estes dados não conferem com aqueles obtidos por Wambiji et al. (1976), citados por Almeida & Reinhardt (1999), Bartolomew & Malézieux (1994) e Sideres & Young (1995) os quais concluíram que o abacaxizeiro pode ser classificado como planta de alta tolerância à salinidade com comportamento similar ao das culturas consideradas

as mais tolerantes. De certo modo, com base nestes resultados, será possível o estabelecimento de critérios para a seleção de genótipos de abacaxi mais tolerantes e capazes de produzir rendimento economicamente aceitáveis, em condições de salinidade.

O efeito da salinidade da água sobre o peso dos frutos dos genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo pode ser atribuído à menor disponibilidade de água (pressão osmótica), à interferência na absorção de nutrientes pelas raízes e possivelmente, à acumulação de íons em quantidades prejudiciais ao metabolismo celular (Taiz & Zeiger, 2002). Outros fatores como clima, solo, manejo, irrigação, genótipo e fase de crescimento, podem também afetar a resposta das plantas à salinidade, conforme Rhoades et. al. (1992) e Tester & Davenport (2003).

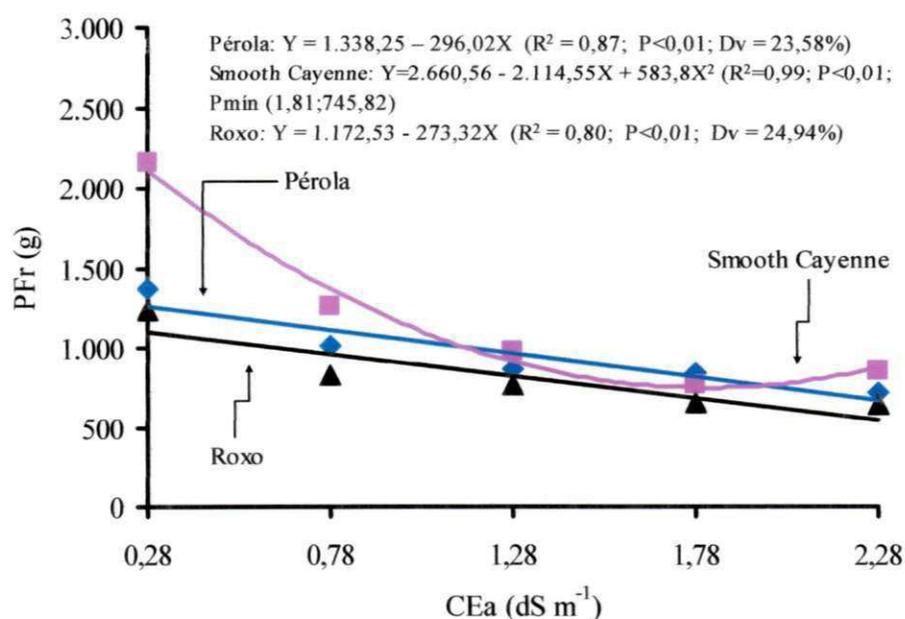
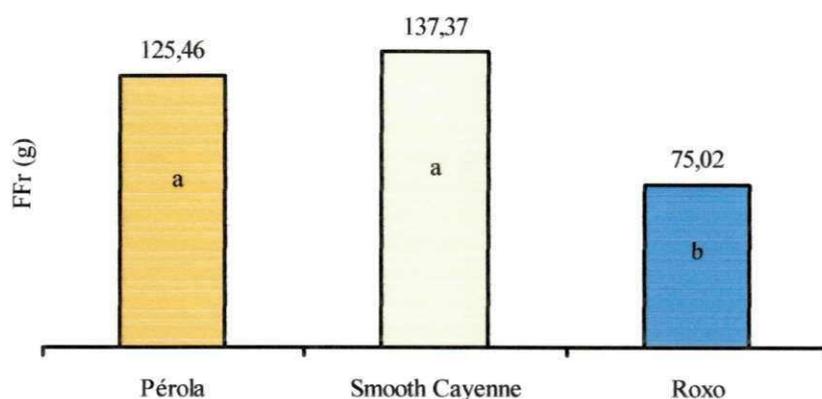


Figura 32. Relações do peso de frutos (PFr) de genótipos de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade (CEa), no estágio de maturação.

4.3.2 Fitomassa de fruto

No estágio de maturação, foi constatado efeito significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade e de genótipos sobre a variável fitomassa de fruto (FFr). Não foi detectada interação significativa ($P < 0,05$) entre níveis de salinidade e genótipos, indicando que estes fatores agiram independentemente sobre a variação desta variável (Tabela 29).

Na Figura 33, nota-se que os valores de fitomassa de fruto das cultivares Pérola e Smooth Cayenne foram estatisticamente ($P > 0,05$) semelhantes, porém ambas superaram significativamente ($P < 0,05$) o valor de FFr do híbrido Roxo.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 23,11)

Figura 33. Médias de fitomassa de fruto (FFr) dos genótipos de abacaxizeiro estudados, no estágio de maturação.

Ao se analisar a Figura 34 que expressa o efeito linear de níveis de salinidade da água sobre a fitomassa de fruto (FFr), observa-se um decréscimo à razão de 30,22g (21,16%) por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

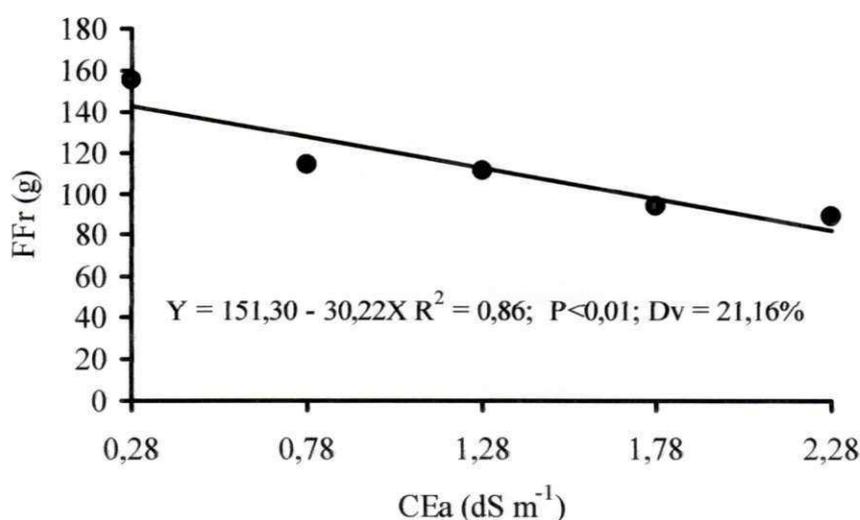
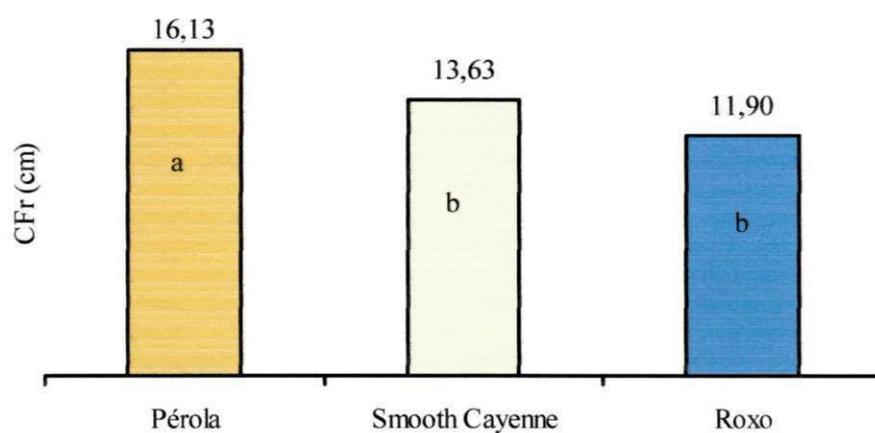


Figura 34. Relação linear da fitomassa de fruto (FFr) de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

4.3.3 Comprimento e diâmetro de fruto

O comprimento do fruto variou significativamente ($P < 0,01$) entre cultivares e níveis de salinidade de água no estágio de maturação, de acordo com a análise de variância (Tabela 29). Entretanto, não foi verificado efeito interativo ($P > 0,05$) entre níveis de salinidade e genótipos. Os frutos da cultivar Pérola foram significativamente ($P < 0,05$) maiores do que os da cultivar Smooth Cayenne e do híbrido Roxo, que não diferiram estatisticamente entre eles (Figura 35).



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 1,87).

Figura 35. Médias do comprimento de fruto (CFr) dos genótipos de abacaxizeiro estudados, na colheita.

Pela relação linear de níveis de salinidade sobre o comprimento do fruto, nota-se que à medida que se aumentaram os níveis de sal na água de irrigação, diminuiu o tamanho do fruto, cujo decremento foi de 2,78cm (16,65%) para cada aumento unitário do nível de CEa (Figura 36).

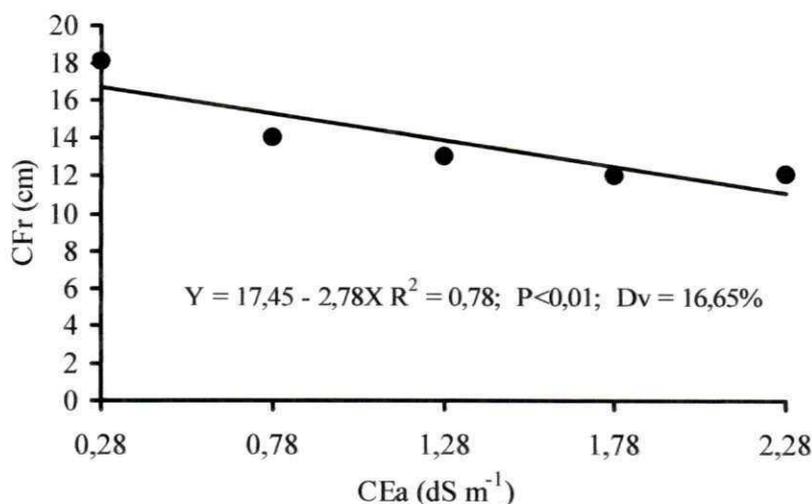
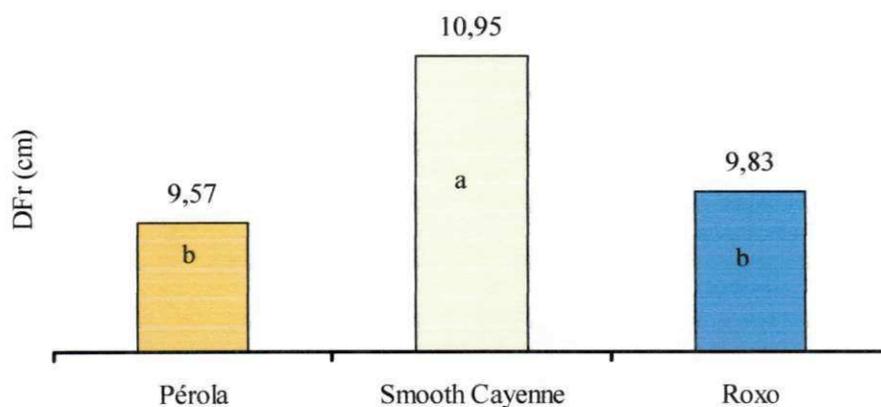


Figura 36. Relação linear do comprimento de fruto (CFr) de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

No estágio de maturação, o diâmetro do fruto variou significativamente ($P < 0,01$) entre as cultivares e os níveis de salinidade de acordo com a análise de variância na Tabela 29. Todavia, não se observou efeito significativo ($P > 0,05$) da interação entre estes fatores indicando que eles agiram independentemente sobre a variável.

Observam-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre genótipos quanto ao diâmetro de frutos (Figura 37), percebendo-se que os frutos da cultivar Smooth Cayenne foram significativamente ($P < 0,05$) de maior diâmetro do que os da cultivar Pérola e do híbrido Roxo, que produziram frutos com diâmetros similares.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 0,97).

Figura 37. Médias do diâmetro de fruto (DFr) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

Houve efeito linear significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade sobre o diâmetro de fruto (Tabela 29), cuja tendência e equação de regressão constam na Figura 38. Observa-se uma redução do diâmetro de fruto à medida que se aumentaram os níveis de CEa à razão de 1,19cm (10,49%) para cada unidade de aumento da CEa.

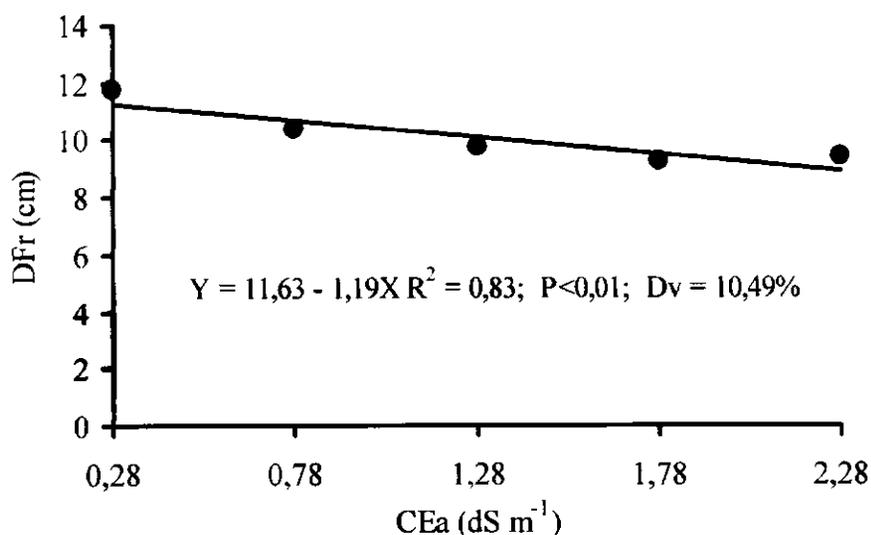
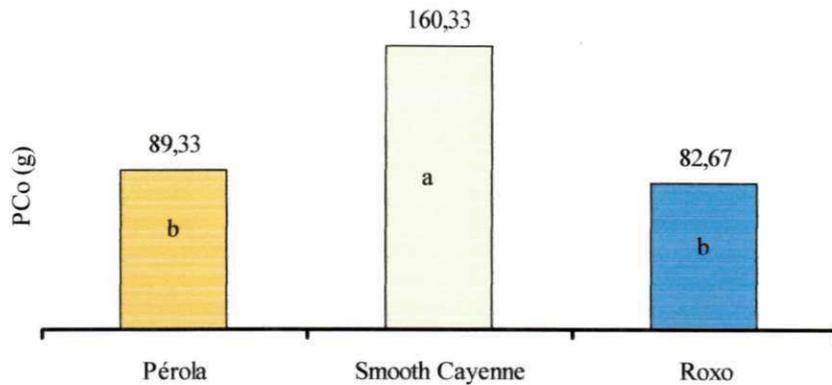


Figura 38. Relação linear do diâmetro de fruto (DFr) de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), no estágio de maturação.

4.3.4 Peso e comprimento de coroa

Os resultados da análise de variância revelam que o peso médio da coroa variou significativamente ($P < 0,01$) entre os níveis de salinidade e os genótipos do abacaxizeiro (Tabela 30). Não foi constatado efeito interativo significativo ($P > 0,05$) entre níveis de sal e genótipos, indicando a ação independente destes fatores sobre esta variável.

Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram observadas entre genótipos sobre o peso de coroa. Os frutos da cultivar Smooth Cayenne tiveram pesos de coroa significativamente ($P < 0,05$) superiores àqueles da cultivar Pérola e do híbrido Roxo, as quais produziram frutos com pesos similares, conforme se observa na Figura 39.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 26,25)

Figura 39. Médias do peso da coroa do fruto (PCo) de genótipos de abacaxizeiro, na colheita.

Constata-se pela análise de regressão efeitos linear quadrático e cúbico significativo ($P < 0,01$) de níveis de salinidade sobre o peso da coroa dos frutos (Tabela 30); por explicar melhor o fenômeno biológico do efeito da salinidade, optou-se pela função linear.

Pela Figura 40, observa-se que o peso da coroa do fruto diminuiu à razão de 9,45g (7,86%) para cada aumento unitário do nível de salinidade na água de irrigação.

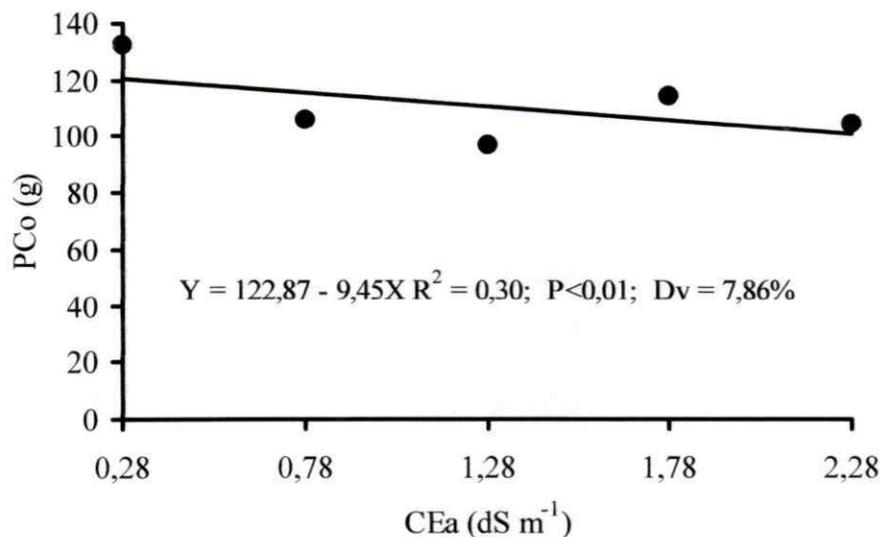


Figura 40. Relação linear do peso da coroa (PCo) do fruto de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade de água (CEa), na colheita.

Em relação ao comprimento da coroa do fruto (CCo), observaram-se diferenças significativas entre genótipos ($P < 0,05$); não se constatou efeito ($P > 0,05$) de níveis de salinidade e da interação entre ambos os fatores sobre esta variável, de acordo com o resultado da análise de variância (Tabela 30).

O tamanho da coroa dos frutos da cultivar Pérola foi estatisticamente ($P > 0,05$) igual ao da cultivar Smooth Cayenne e significativamente ($P < 0,05$) superior ao do híbrido Roxo. Já a cultivar Smooth Cayenne e o híbrido Roxo, produziram frutos com tamanhos de coroa semelhantes (Figura 41).

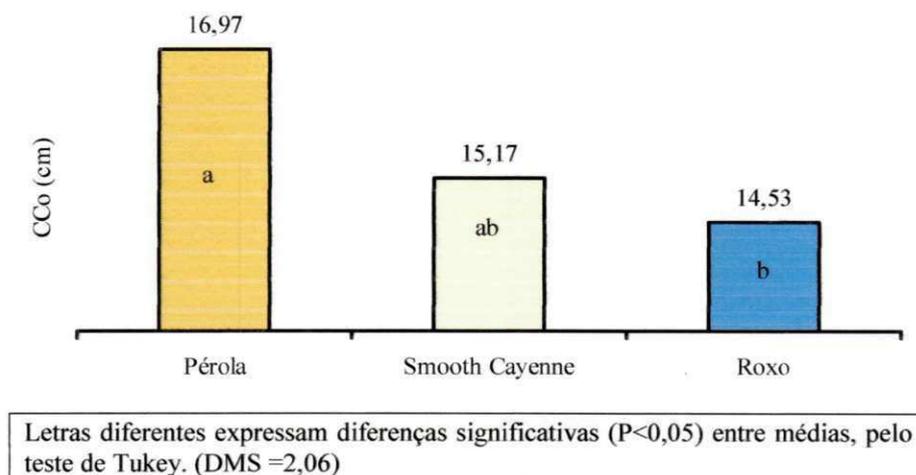


Figura 41. Médias do comprimento da coroa (CCo) do fruto de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

4.3.5 Relação coroa/fruto e índice de colheita

Pela análise de variância, cujos resultados estão apresentados na Tabela 30, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) de níveis de salinidade sobre a relação coroa/fruto (Co/Fr), mas foram registradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre genótipos. Não foi constatado efeito interativo ($P > 0,05$) entre níveis de salinidade e genótipos, indicando que ambos os fatores agiram independentemente sobre a relação coroa/fruto.

Na Figura 42, observam-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os genótipos, destacando-se a Smooth Cayenne, com Co/Fr significativamente ($P < 0,05$) maior do que a cultivar Pérola e o híbrido Roxo. Também, a relação coroa/fruto do híbrido Roxo foi estatisticamente ($P < 0,05$) maior do que o da cultivar Pérola.

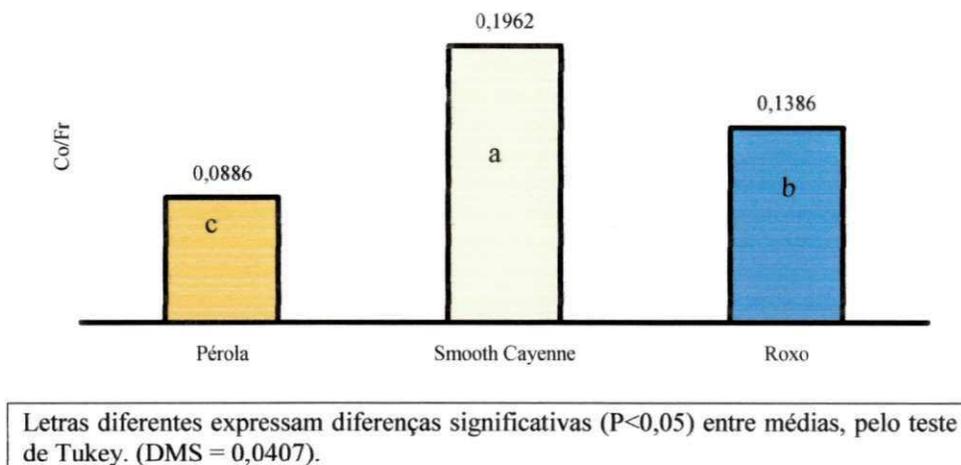


Figura 42. Relação coroa/fruto (Co/Fr) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

Com relação ao índice de colheita (Tabela 30), não houve efeito significativo ($P > 0,05$) de níveis de salinidade sobre o índice de colheita (IC), todavia, constataram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre genótipos. Não houve efeito interativo entre os fatores, uma indicação de não serem interdependentes sobre esta variável. Assim, até o limite da CEa utilizada, não houve influência da salinidade da água de irrigação sobre o índice de colheita.

Constata-se na Figura 43, que os índices de colheita das cultivares Pérola e Smooth Cayenne foram estatisticamente ($P > 0,05$) iguais, porém, significativamente ($P < 0,05$) superiores ao do híbrido Roxo. Desta forma, pode-se afirmar terem sido as cultivares Pérola e Smooth Cayenne mais eficientes em translocar maior porcentagem de fotossintatos para o fruto.

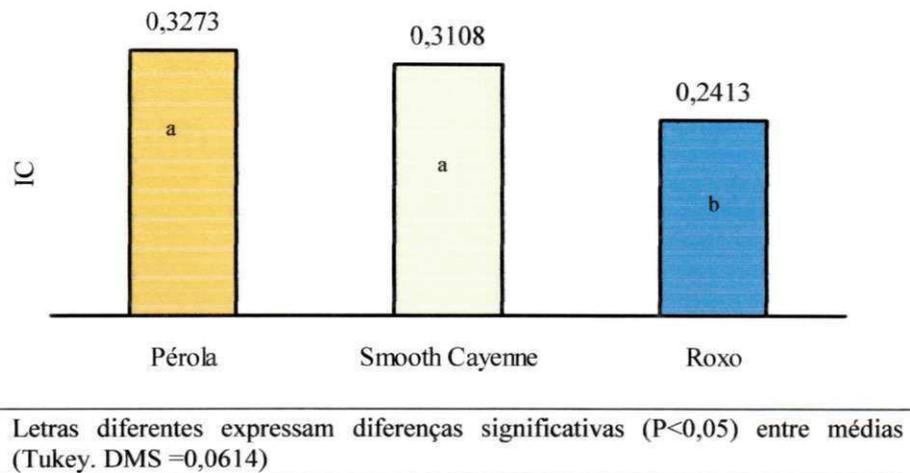


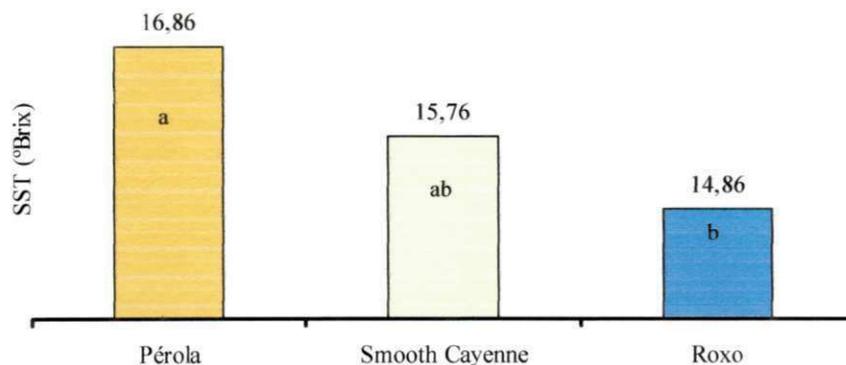
Figura 43. Índice de colheita (IC) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

4.3.6 Sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) e acidez

O aumento da salinidade da água de irrigação não interferiu significativamente (Tabela 30) no teor de sólidos solúveis totais (SST), expresso em $^{\circ}$ Brix, mas variou significativamente ($P < 0,01$) entre os genótipos, sem se constatar efeito significativo ($P > 0,05$) de níveis de salinidade nem da interação entre esses fatores. Portanto, o teor de sólidos solúveis totais dos frutos da cultivar Pérola foi estatisticamente ($P > 0,05$) igual ao da cultivar Smooth Cayenne e significativamente maior ($P < 0,05$) do que o do híbrido Roxo, sendo semelhantes entre os genótipos Smooth Cayenne e Roxo (Figura 44).

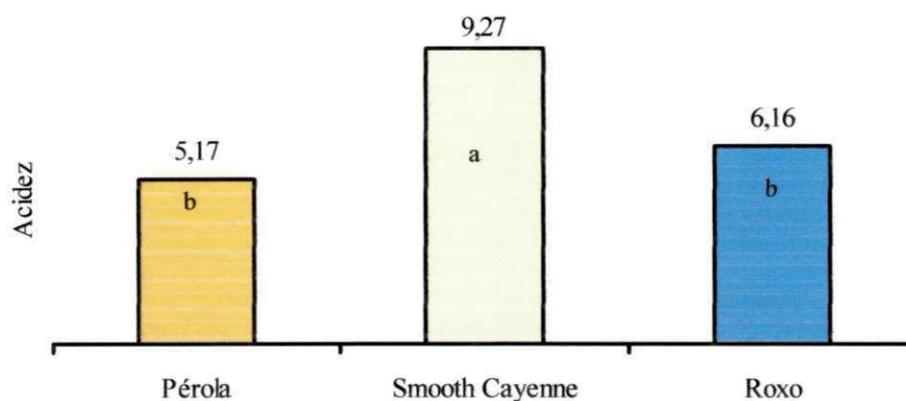
Foram detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre genótipos quanto à acidez dos frutos, constatando-se valores mais altos na cultivar Smooth Cayenne em relação à acidez dos frutos da cultivar Pérola e do híbrido Roxo, nas quais os índices foram estatisticamente similares (Figura 45).

Para Barreiro Neto et al. (2002a), a baixa acidez da cultivar Pérola, aliada aos teores de SST, torna-a bastante apreciada para o consumo de mesa em regiões tropicais, contrariamente à Smooth Cayenne, que, por sua elevada acidez, é utilizada preferencialmente para indústria de sucos, concentrados, exportação *in natura* ou para consumidores que apreciem frutos de maior acidez.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey (DMS = 1,46).

Figura 44. Médias de sólidos solúveis totais (SST) de frutos de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.



Letras diferentes expressam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre médias, pelo teste de Tukey. (DMS = 1,27).

Figura 45. Médias da acidez de frutos (AC) de genótipos de abacaxizeiro, no estágio de maturação.

Os níveis de salinidade aplicados ($0,28$ a $2,28 \text{ dS m}^{-1}$) na água de irrigação sobre os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo não afetaram a qualidade dos frutos, em termos de sólidos solúveis totais (Brix) e acidez (Tabela 30). Esta constatação está em conflito com Alvarez et al. (1995), os quais constataram que os teores de NaCl na água de irrigação, a partir de $1,85$ e $3,00 \text{ dS m}^{-1}$, afetaram a qualidade dos frutos de abacaxizeiro “Red Spanish”. Embora escassas as informações sobre os efeitos da salinidade de água e do solo sobre a qualidade de

frutos do abacaxizeiro, segundo Rhoades et al. (1992), em geral, a salinidade do solo causada pela irrigação com água salina como pela combinação dos fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em mudanças de cor e aparência dos frutos, bem como em alterações em sua composição. Em outras espécies, o aumento da salinidade na água de irrigação elevou os teores de SST e a condutividade elétrica da água de côco, segundo Ferreira Neto et al. (2002). Redução de produção em meloeiro em função do aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação foi relatada por Porto Filho et al. (2001) e também nessa mesma cultura o aumento dos níveis de CEa elevou os teores de SST do fruto em 16,80% (Gurgel, 2006).

4.4 Partição de assimilados

A distribuição percentual de assimilados da fitomassa de folha, caule, fruto, coroa e filhotes de abacaxizeiro, em função dos níveis de salinidade, aos 6, 12, 15 e 18 meses de idade da planta constam nas Figuras 46, 47 e 48 para os genótipos Pérola, Smooth Cayenne e Roxo, respectivamente.

Observa-se que até 12 meses após o plantio, o aumento da condutividade elétrica da água CEa (dS m^{-1}) de 0,28 a 2,28 afetou igualmente as taxas de produção fitomassa de folha (FFo) em todos os genótipos, reduzindo-as em 2,0 a 3,0% (Figuras 46, 47 e 48), mas, sem evidenciar diferenças expressivas entre genótipos nem entre os níveis de salinidade. Para a FCa estas diferenças já se apresentam com maior amplitude com aumento de 25 a 30% na capacidade de armazenar os fotossintatos.

Entre 12 e 15 meses, fase de indução-floração, onde as inflorescências constituíram o principal dreno em todos os genótipos estudados, o aumento da CEa de 0,28 para $2,28 \text{ dS m}^{-1}$ não afetou as taxas de produção de matéria seca de folha (FFo) da cultivar Pérola e do híbrido Roxo. A FCa do híbrido Roxo permaneceu inalterada e da cultivar Pérola foi reduzida em 9%. Nesse período, a FFo da cultivar Smooth Cayenne teve um incremento de aproximadamente 10% e a FCa uma redução de 65%, constituindo-se na maior perda de fotossintatos entre os genótipos. Estes dados estão respaldados nas observações de Choairy (1992), segundo as quais o caule é, por excelência, um órgão de reserva no abacaxizeiro, devido a sua riqueza

em amido (11% da matéria fresca), destacando-se a importância de suas reservas sobre a formação do fruto.

No estágio de maturação, a distribuição de fotossintatos variou entre os órgãos das plantas. A fração da massa seca alocada nas folhas, caule, fruto, coroa e filhotes variou de 46,40 a 54,45%, 10,13 a 11,48%, 28,44 a 34,85%, 2,50 a 10,95% e 2,02 a 3,52%, respectivamente, na cultivar Pérola e de 48,29 a 54,94%, 11,07 a 14,06%, 22,46 a 27,51%, 1,64 a 5,00% e 6,49 a 15,03%, no híbrido Roxo e de 48,36 a 52,72%, 11,64 a 19,00%, 25,37 a 31,92%, 4,21 a 7,90% e 0,0 na cultivar Smooth Cayenne, que não produziu filhotes.

Na partição e distribuição percentual de fotossintatos nos órgãos da planta, mostraram que a matéria seca produzida foi alocada similarmente entre os genótipos. As folhas constituíram-se no dreno principal em todas as cultivares e níveis de salinidade. O acúmulo de matéria seca obtido pela folha foi superior ao do fruto, seguindo-se o caule, os filhotes e a coroa. Fato semelhante foi observado por Gonçalves & Passos (2000) estudando cinco espécies de *Eucalyptus*, constituindo-se as folhas o principal dreno em todas as espécies sem déficit hídrico; vale ressaltar não terem sido encontrados dados em abacaxizeiro.

A cultivar Pérola tem a maior habilidade em destinar o resultado da fotossíntese para a produção do fruto, seguindo-se da cultivar Smooth Cayenne e do híbrido Roxo. Esta maior habilidade associa-se a maior eficiência da interação genótipo-ambiente da cultivar Pérola, visto serem as outras duas de cultivo mais recente e ainda com menor área de produção comercial. Segundo Lima et al. (2002), estudando o efeito do desbaste de filhotes na cultivar Pérola, a distribuição de matéria seca entre os órgãos apresentou partição em favor do fruto, com redução do peso seco do caule, folhas e pedúnculo, no estágio de maturação do fruto.

Estudando plantas de abacaxizeiro sobre aclimatação e em casa de vegetação, Medeiros et al. (2001) e Barroso et al. (2003) constataram ser a cultivar Pérola menos resistente a estresse salino que a Smooth Cayenne.

Nenhum dos três genótipos teve a fitomassa de fruto (FFr) reduzida pelo aumento dos níveis de CEa até $2,28 \text{ dS m}^{-1}$, mas o aumento da salinidade pode ter contribuído para redução na exportação de fotossintatos produzidos afetando o crescimento de diversos drenos da planta, prejudicando a formação do fruto.

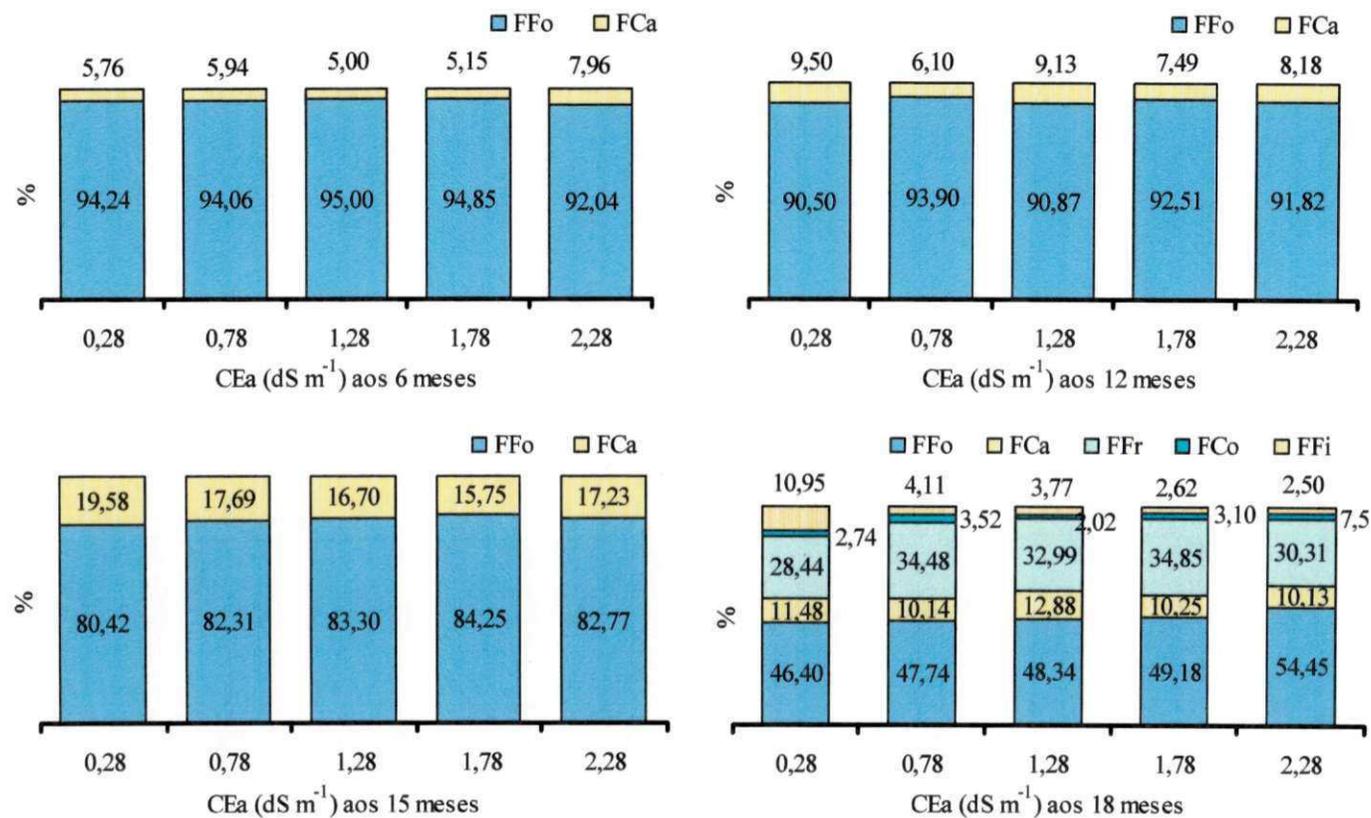


Figura 46. Partição de assimilados no crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro cultivar Pérola, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados. FFo = fitomassa de folha; FCa = fitomassa de caule; FFr = fitomassa de fruto; FCo = Fitomassa de coroa; FFi = Fitomassa de filhote.

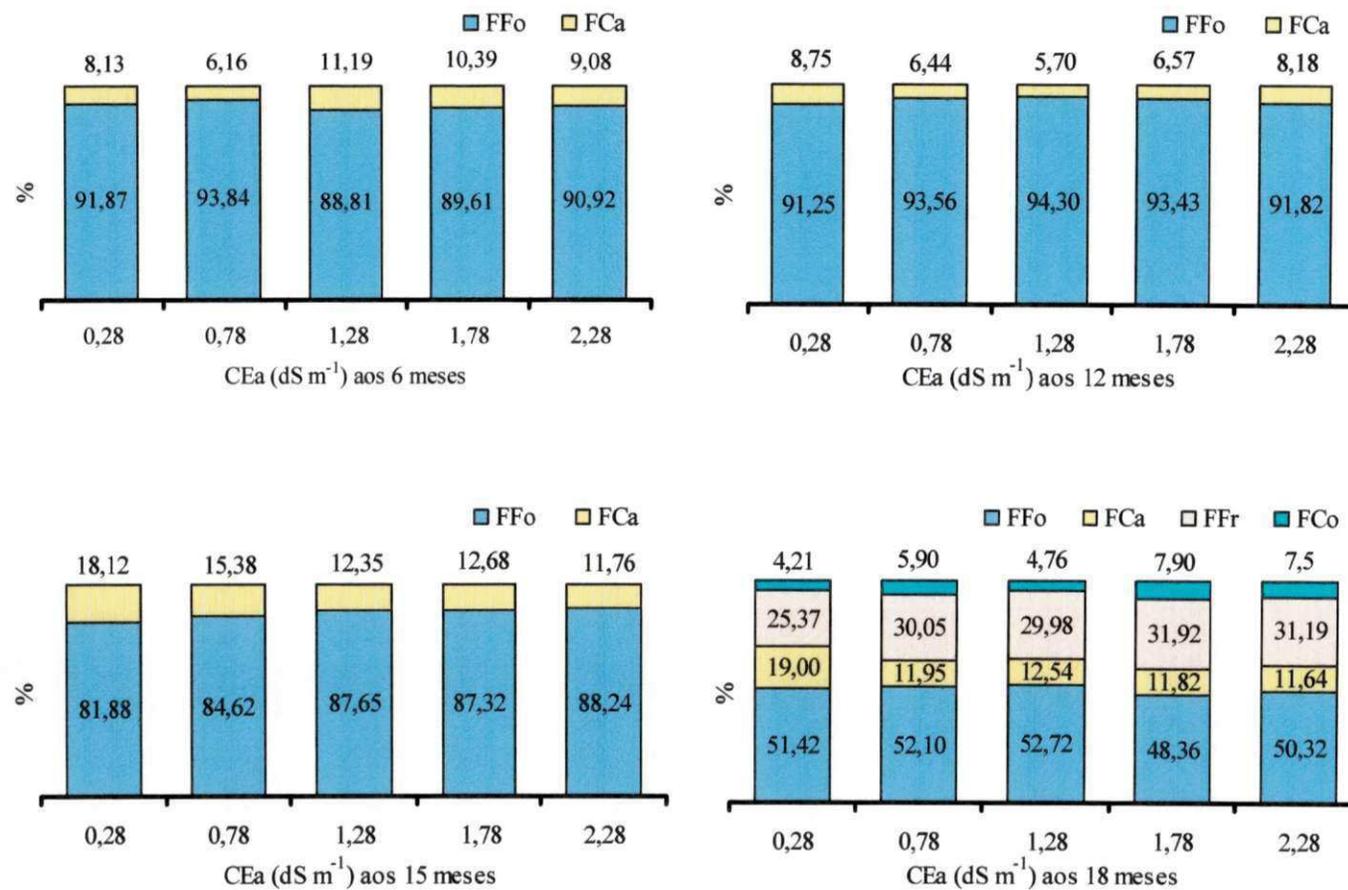


Figura 47. Partição de assimilados no crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro cultivar Smooth Cayenne, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados FFo = fitomassa de folha; FCA = fitomassa de caule; FFr = fitomassa de fruto; FCo = Fitomassa de coroa; FFi = Fitomassa de filhote.

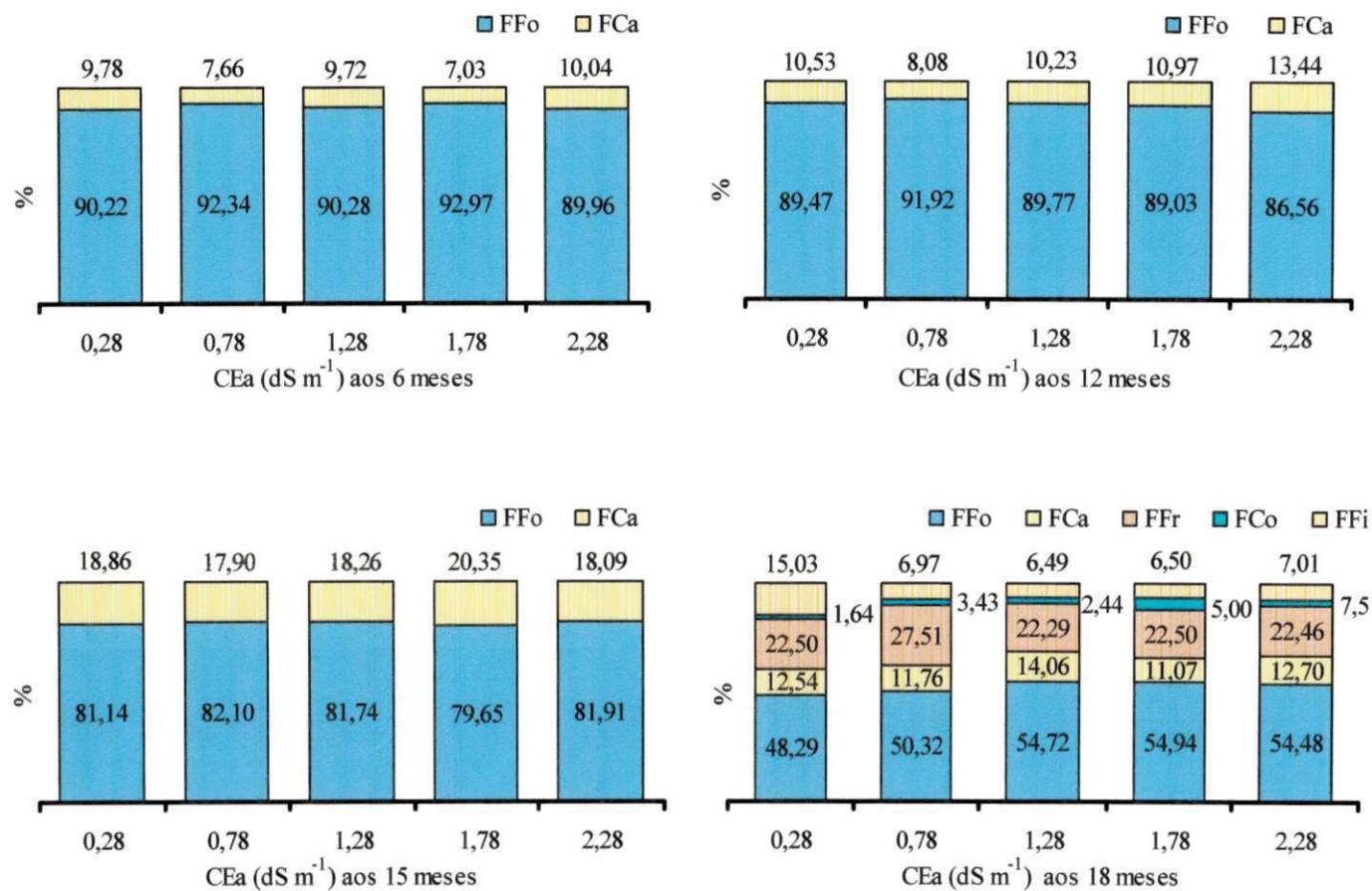


Figura 48. Partição de assimilados no crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro híbrido Roxo, em função dos níveis de salinidade de água (CEa) estudados. FFo = fitomassa de folha; FCa = fitomassa de caule; FFr = fitomassa de fruto; FCo = Fitomassa de coroa; FFi = Fitomassa de filhote.

Pela Figura 49, as linhas de tendência da partição de assimilados para cada nível de sal, em função dos estádios de desenvolvimento do abacaxizeiro Pérola, Smooth Cayenne e Roxo apresentaram o mesmo comportamento, indicando que as percentagens de assimilados destinados à formação da folha diminuíram ao longo do desenvolvimento da planta, independentemente do nível de salinidade aplicado. A maior proporção de assimilados destinados à fitomassa de folha foi observada no estágio de crescimento vegetativo e indução floral, aos 6 e 12 meses de idade da planta. Destes resultados infere-se que a fitomassa da folha das cultivares de abacaxizeiro estudadas não foram afetadas pelos níveis de sal aplicados na água de irrigação.

Na Figura 50, as linhas de tendência da partição de assimilados para FCa em cada nível de salinidade, em função dos estádios de desenvolvimento do abacaxizeiro demonstraram comportamento semelhante, indicando que as percentagens de assimilados destinados à formação do caule aumentaram ao longo do desenvolvimento da planta, atingindo maior proporção nos estádio de frutificação, aos 15 meses de idade da planta, na cultivar Pérola e no híbrido Roxo. Destes dados, infere-se que os níveis de salinidade aplicados na água de irrigação não influenciaram a partição de assimilados da FCa destes dois genótipos de abacaxizeiro estudados. A planta armazenou fotossintatos no caule sob a forma de amido para reutilizá-lo durante a formação do fruto. Explica-se a queda na FCa nos genótipos Pérola e Roxo devido a que nesta fase, fruto e filhotes são drenos igualmente competitivos, havendo queda na FCa para atender às exigências das reservas do fruto e o crescimento do meristema apical dos filhotes. Para a cultivar Smooth Cayenne, a FCa não se reduziu como observado na Pérola e Roxo, devido à não possuir filhotes ou o possuir em pequena quantidade, acumulando reservas no caule para emitir rebentões, que são estruturas reprodutivas mais robustas emitidas diretamente no caule após a maturação dos frutos.

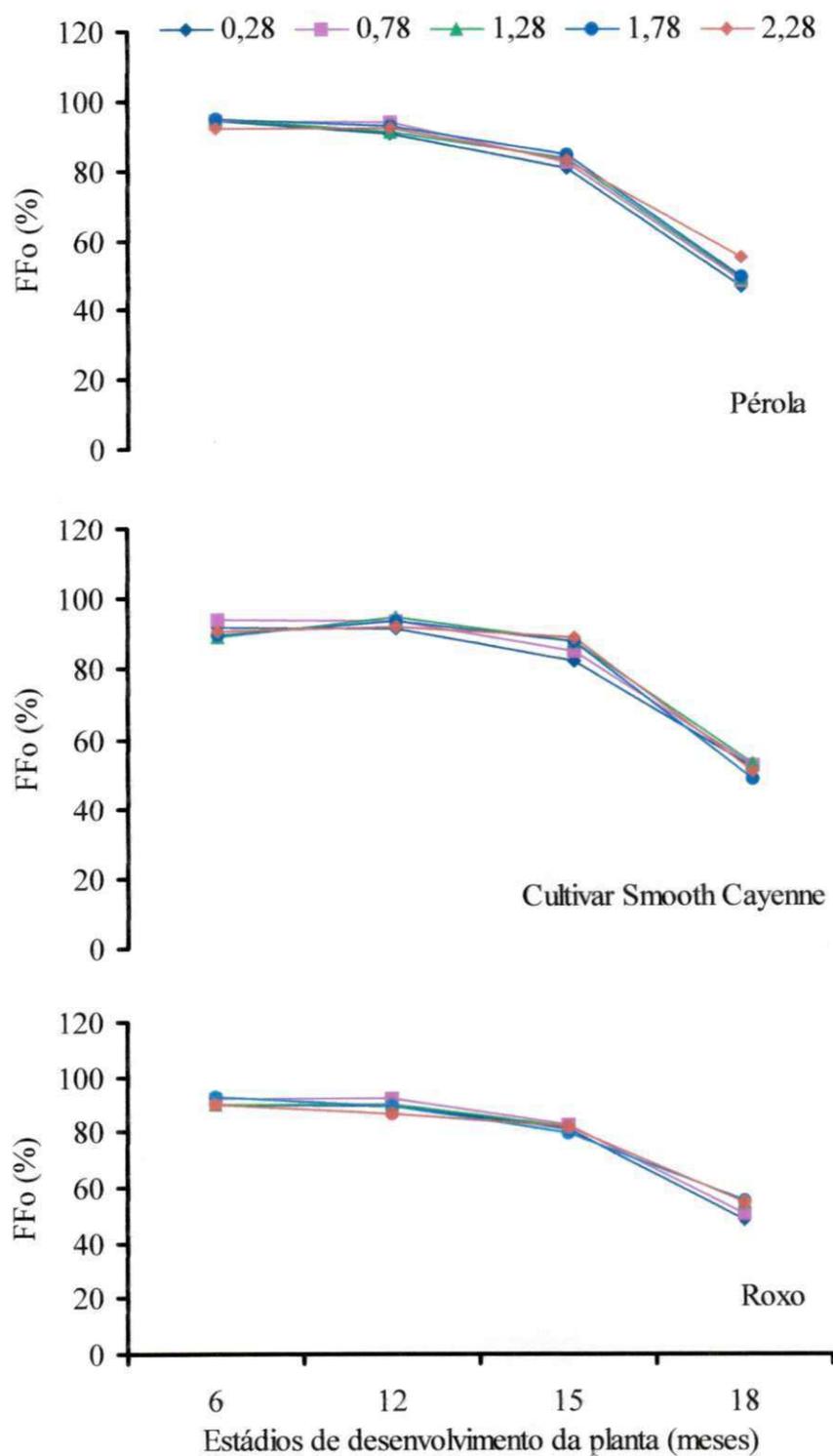


Figura 49. Linhas de tendências da partição de assimilados para fitomassa de folha (FFo) de genótipos de abacaxizeiro para cada nível de salinidade de água (CEa), em função dos estádios de desenvolvimento da planta.

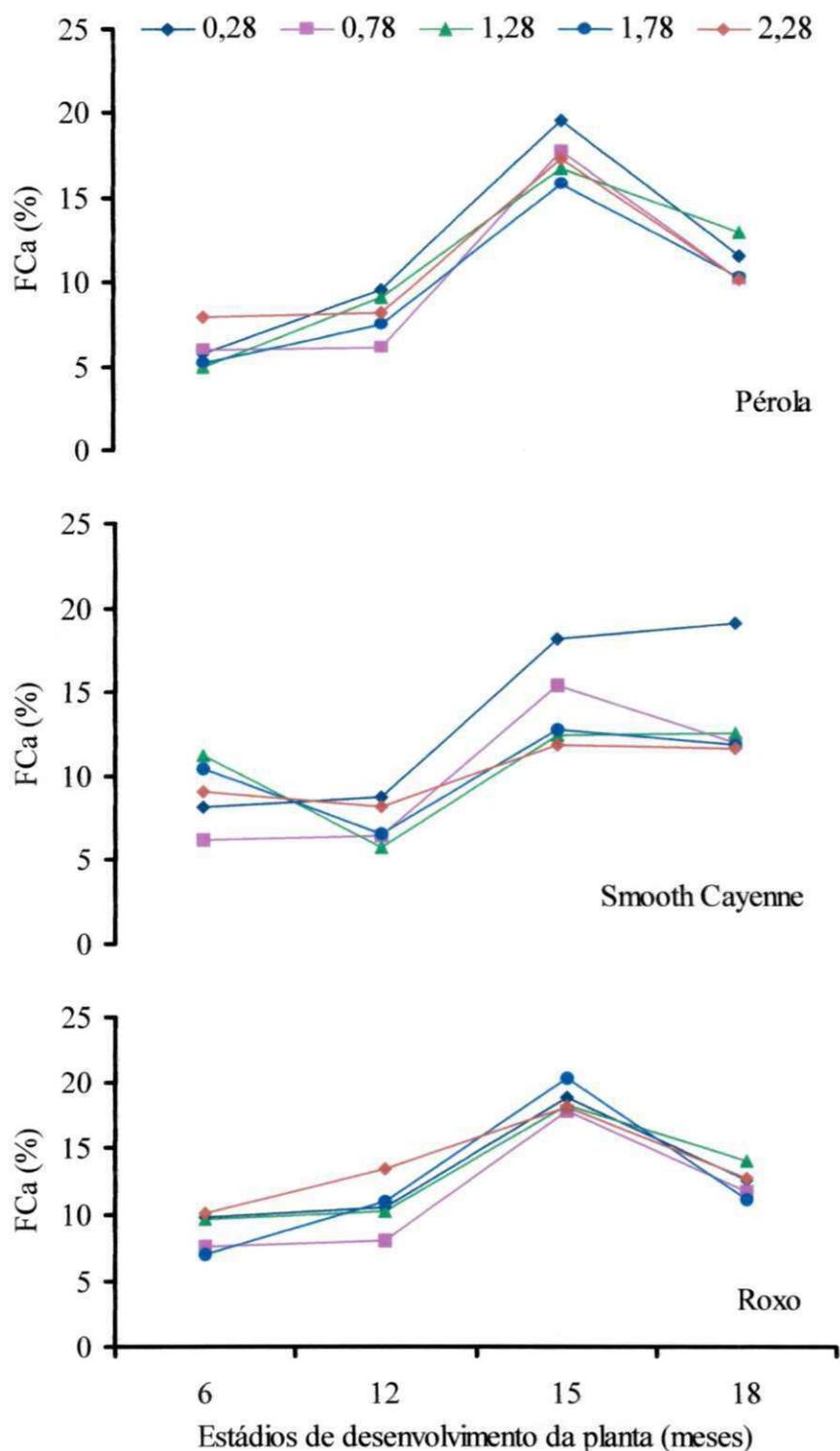


Figura 50. Linhas de tendências da partição de assimilados para fitomassa de caule (FCa) de genótipos de abacaxizeiro para cada nível de salinidade de água (CEa), em função dos estádios de desenvolvimento da planta.

4.5 Efeito da salinidade da água de irrigação no solo cultivado

Os problemas causados pela salinidade da água de irrigação estão associados à quantidade total de sólidos dissolvidos na água, seus acúmulos nos solos e seus efeitos no desenvolvimento das plantas. Dessa forma, altos conteúdos de sais produzem variações nos atributos físico e químico do solo da seguinte forma: i) diminuição da disponibilidade de água no solo, através da diminuição do potencial osmótico na solução do solo; ii) na presença do sódio, os solos se dispersam e têm o estado de agregação das partículas prejudicado, que dá origem a mudança na estrutura, reduzindo a aeração, infiltração e condutividade hidráulica a limites desfavoráveis para as plantas, iii) produzem alterações desfavoráveis no pH do solo, o que reduz a solubilidade dos nutrientes com conseqüente queda na disponibilidade às plantas.

Quando as plantas desenvolvem-se sob condições de salinidade e/ou sodicidade, um dos sintomas mais característicos é a inibição do crescimento provocada pelos sais, o qual se manifesta por uma marcante desuniformidade, apresentando manchas desnudas, plantas definhadas e uma grande variação no crescimento em geral o que resulta em uma baixa produção por unidade de área. Torna-se importante monitorar a dinâmica da evolução da salinidade como forma de tomar medidas que reduzam o seu comprometimento para uso agrícola. Esta avaliação é feita a partir das análises de solo realizadas, com ênfase nos parâmetros pH, CEes, PST e RAS (Tabela 32).

O comportamento do pH do extrato de saturação do solo foi praticamente inalterado entre as fases do plantio e colheita, independente da elevação do nível de salinidade da água de irrigação, podendo-se assumir que o aumento da CEa não afetou a acidez do solo ao longo do crescimento e desenvolvimento da planta. Dessa forma, altos conteúdos de sais na água de irrigação (N₃ e N₄) não produziram variações no pH do solo, e que a solubilidade dos nutrientes e a respectiva disponibilidade para as plantas não foram prejudiciais ao abacaxizeiro que prefere solos ácidos.

Tabela 32. Características químicas do solo do local do experimento por período, profundidade e níveis de salinidade de água (CEa) estudados.

Característica	Nível de CEa (dS m ⁻¹)	Período (meses)/Profundidade (cm)			
		12 meses		18 Meses	
		Prof 0-20	Prof 20-40	Prof 0-20	Prof 20-40
PST (%)	0,28	3,35	-	0,88	1,19
Plantio = 3,21	0,78	2,30	1,92	3,72	2,79
	1,28	2,39	2,57	3,51	3,84
	1,78	15,79	11,24	4,91	5,62
	2,28	15,97	6,57	7,59	3,94
	CEes	0,28	1,17	0,23	0,31
(mmhos/cm)	0,78	0,79	0,69	1,06	0,68
Plantio = 0,41	1,28	0,69	0,74	1,10	1,02
	1,78	3,35	1,30	1,24	1,16
	2,28	2,41	1,03	2,20	1,13
	pH	0,28	3,89	3,97	3,97
Plantio = 4,48	0,78	3,76	3,65	3,89	4,13
	1,28	3,60	3,70	3,92	3,99
	1,78	3,67	3,88	3,99	3,94
	2,28	3,85	3,77	4,02	3,92
RAS	0,28	3,20	0,84	2,29	2,42
Plantio = 2,83	0,78	2,45	2,17	7,98	3,78
	1,28	2,51	2,64	8,12	7,13
	1,78	13,49	9,39	7,58	8,12
	2,28	13,67	5,58	9,97	7,02

Pelos resultados, constatou-se que o aumento salino da água elevou o caráter salino do solo. Essa situação está em acordo com Medeiros et al. (2002) em estudos com pimentão. O risco de salinização foi menor ao longo do ciclo da cultura e com a profundidade do solo. De fato, a deposição de sais no perfil do solo é parcialmente

atribuída à remoção diferencial de água e sais pelas plantas, conforme Biggar et al. (1984). Assim, a quantidade de água removida pelo abacaxizeiro, para atender as exigências de evapotranspiração é, muitas vezes, superior à quantidade de sais requerida para atender as suas próprias exigências nutricionais, considerando seu metabolismo fotossintético (CAM) que é extremamente eficiente no uso da água e a pequena profundidade efetiva radicular (15cm). Dessa maneira, existe uma tendência de aumentar a concentração salina da solução do solo, caso a quantidade de sais incorporados ao solo, via água de irrigação, seja superior à removida pela água de drenagem.

A porcentagem de sódio trocável (PST) expressa a % de Na em relação aos demais cátions. Em geral, quando a PST é maior do que 15, o solo apresenta problemas de sodificação e dispersão de argilas. Esta é caracterizada por apresentar cargas elétricas residuais na superfície das micelas coloidais, de modo a adsorver e reter cátions, principalmente sódio nos solos afetados por sais os quais podem ser quantitativamente avaliadas e expressas pela CTC.

No ensaio em questão, houve aumento no valor da PST apenas quando se usou águas de alto conteúdo de sais (níveis N₃ e N₄) ocorrendo riscos de salinidade/alcalinidade quando a CEa atingiu índices entre 1,5 e 3,0 dS.m⁻¹, que resultou em aumento da PST. De modo similar, a utilização de tais níveis salinos elevou a RAS acima de 10% e, portanto, assumindo risco médio de salinização do solo.

Ressalte-se que o volume das precipitações ocorridas no período das águas e as condições físicas do solo, relativas à sua permeabilidade, promoveram a lixiviação dos sais para camadas mais profundas do solo; o que, aliado ao sistema de irrigação utilizado, resultaram em níveis salinos sem grandes prejuízos ao solo e à cultura.

Cabe mencionar que, felizmente, o cálcio e o magnésio são mais fortemente adsorvidos ao complexo trocável que o sódio. Dessa maneira, apenas quando o sódio representar a metade ou maior proporção dos cátions solúveis da solução do solo é que são adsorvidos significativamente no complexo trocável. Entretanto, em alguns solos salinos, o sódio representa praticamente todos os cátions presentes na solução, constituindo-se no principal cátion adsorvido.

5. CONCLUSÕES

1. Níveis de CEa até $2,28 \text{ dS m}^{-1}$, aplicados em genótipos de abacaxizeiro, afetam negativamente o comportamento dos índices de crescimento e desenvolvimento, fisiológicos e de produção.

2. As cultivares Pérola e Smooth Cayenne, irrigadas com água salina são igualmente afetadas na produção de fitomassa, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, índice de área foliar e taxa de assimilação líquida. A cultivar Smooth Cayenne tem maior número de folhas, sendo este índice reduzido em 41,9% pelo aumento dos níveis de CEa até $2,28 \text{ dS m}^{-1}$.

3. Dentre os genótipos, a cultivar Smooth Cayenne tem melhor desempenho fotossintético, com menor fluorescência inicial (F_0) e maior aumento na razão F_v/F_0 , seguida do híbrido Roxo, sendo a cultivar Pérola a mais afetada. Os parâmetros fluorescência inicial (F_0) e a razão F_v/F_0 podem ser utilizados como critérios de seleção de plantas de abacaxizeiro em estudos da salinidade.

4. As maiores médias de condutância estomática foram observadas na cultivar Smooth Cayenne, reduzindo-se 24,6% por aumento da CEa a partir de $1,28$ a $2,28 \text{ dS m}^{-1}$; não foi constatada influência da salinidade sobre a condutância das plantas do híbrido Roxo. A cultivar Pérola apresenta as menores médias, decrescendo 53,8% a partir do nível de CEa $0,78$ a $2,28 \text{ dS m}^{-1}$.

5. A cultivar Smooth Cayenne sob irrigação com água salina de até $2,28 \text{ dS m}^{-1}$ foi a menos afetada em peso de coroa, relação coroa/fruto e acidez e mais afetada em peso de fruto. A cultivar Pérola comporta-se igualmente à Smooth Cayenne e supera o híbrido Roxo em fitomassa de fruto, índice de colheita, comprimento de coroa e sólidos solúveis totais.

6. Em abacaxizeiro sob irrigação com água salina até CEa $2,28 \text{ dS m}^{-1}$, nos diferentes estádios de crescimento e desenvolvimento da planta, as folhas constituem-se no principal destino dos produtos da fotossíntese, seguidas dos frutos, caules, filhotes e coroas.

7. A irrigação localizada com água salina de CEa até $2,28 \text{ dS m}^{-1}$ não eleva significativamente os atributos químicos do solo relacionados ao pH, CEes, RAS e PST.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, p.2289-2303, 1993.

ALENCAR, R.D.; PORTO FILHO, F. de Q.; MEDEIROS, J. F. de; HOLANDA, J.S. de; PORTO, V. C. N.; FERREIRA NETO, M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p. 221-226, 2003.

ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. **Advances in Agronomy**, New York, v.16, p.139-180, 1964.

ALMEIDA, O.A. de; REINHARDT, D.H.R.C. Irrigação. In: CUNHA, G.A.P da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (org). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa CTT, 1999. p. 203-227.

ALVAREZ, C.E.; CARRACEDO, A. E.; IGLESIAS, E.; BRAVO, J. J. Pineapple yield and quality on a banana soil of the Canary Islands irrigated with saline water. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.72, p. 220-224, 1995.

ANTONINI, A.C.C; ROBLES, W.G.R; TESSARIOLI NETO, J.; KLUGE, R.A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.646-648, 2002.

AUDRY, P.; SUASSUNA, P. A qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido. Um estudo de caso. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE PEQUENA IRRIGAÇÃO, 1990, Recife-PE. **Anais...** Recife-PE: 1990, p.147-153.

AZEVEDO NETO, A. D. de; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: parte II, distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p.165-171, 2000.

AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à fisiologia vegetal**. São Paulo: Nobel, 177p. 1983.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB. 1999, 153 p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29. Revisado 1).

BAKER, N.R.; ROSENQVEST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**: Oxford, v.55, p.1607-1621, 2004.

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J.F. de; CARVALHO, R.A.; OLIVEIRA, E.F. de; Caracterização e avaliação de germoplasmas de abacaxizeiro In: BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E. S. dos (ed.). **Abacaxi**: da agricultura familiar ao agronegócio. João Pessoa: Emepa-PB, 2002a. p.13 -21.

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J.F. de; CARVALHO, R.A.; OLIVEIRA, E.F. de; CHOIRY, S.A. Competição de seleções avançadas de abacaxizeiro In: BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E. S. dos (ed.). **Abacaxi**: da agricultura familiar ao agronegócio. João Pessoa: Emepa-PB, 2002b. p.25 -33.

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J.F. de; CHOIRY, S.A.; CARVALHO, R.A.; SANTOS, E.S.; OLIVEIRA, E.F. de;. Comportamento de híbridos de abacaxizeiro no Estado da Paraíba. II. Adaptabilidade In: BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E. S. dos (ed.). **Abacaxicultura**: contribuição tecnológica. João Pessoa: EMEPA-PB. 1999. p. 9-18. (Emepa-PB. Documentos, 26).

BARROS, A.D. **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, no cultivo do melão**. Botucatu: UNESP, 2002. 124 p (Tese de Doutorado).

BARROSO, P.A.V.; MOURA, G.E.D.D.; BRITO, L.K.F.; MARTINS, C.P.; MACEDO, C.E.C.; LOPES, D.B.; ALLOUFA, M.A.I. Efeito do cultivo in vitro na presença de NaCl em plantas de abacaxizeiro no estágio de aclimatação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.473-477, 2003.

BARTHOLOMEW, D. P.; MALÉZIEUX, E. P. **Pineapple**. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (ed). Handbook of environmental physiology of fruits crops: subtropical and tropical crops. Boca Raton-FL: CRC Press, 1994. v. 2, p. 243-291.

BARTHOLOMEW, D.P.; KADZIMIN, S.B. Pineale. In: ALVIM, P.de T.;KOZLOWSKI, T.T. **Ecophysiology of tropical. Crop**. Academic Press, p. 113-156, 1977.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNESP, 2003. 41 p.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 5 ed. Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária. Viçosa. Minas gerais, 596p, 1989.

BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. In: SCHILFGAARD, J. van (ed). **Drainage for agriculture**. Madison, **American Society of Agronomy**. 1974. p.39-54. (Agronomy, 17).

BERNSTEIN, L. Effect of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, n.13, p. 295-311, 1975.

BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E. Comparison of drip, furrow, and sprinkler irrigation. **Soil Science**, Baltimor, v. 115 p.73-86, 1973.

BERNSTEIN, L.; HAYWARD, H. E. Physiology of salt tolerance. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.9, p.25-46, 1958.

BEZERRA, I.L.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; SANTOS, F.J. de S.; GURGEL, M.T.; NOBRE, R.G. Germinação, formação de porta-enxerto e enxertia de cajueiro anão-precoce, sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.5, n.3. p.420-424, 2002.

BIGGAR, J.W.; ROLSTON, D.E.; NIELSEN, D.R. Transport of salts by water **California Agriculture**, Oakland, v. 18, n.10, p.10-11, 1984

BLACK, C. A. Salinidad y exceso de sodio. In: BLACK, C. A. **Relaciones suelo-planta**. 2 ed. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sul, v.1., 1975 p.391-444.

BLAINE, H.; GRATTAN, S.R.; FULTON, A. **Agricultural salinity and drainage: A handbook for water managers**. Davis: University of California, 1993.

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

CAMPOSTRINI, E. **Fluorescência da clorofila a: Considerações teóricas e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: UENF/CCTA, 2002. 33p.

CARMO, G. A. do; MEDEIROS, TAVARES, J.C; GHEYI, H.R.; SOUZA, A.M. de; PALÁCIO, E.A. de Q. Crescimento de bananeiras sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 513-518, dez 2003.

CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p. 199-206, 2002.

CAVALCANTE, L.F.; CARVALHO, S.S. de; LIMA, E.M. de; FEITOSA FILHO, J. C.; SILVA, D. A. Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 23, n.2, p. 455-459, 2001.

CHOAIRY, S. A. **O abacaxizeiro**. Conhecimentos básicos, práticas de cultivo e uso. Fortaleza, 1992, 140 p. (Emepa. Documentos, 16).

CHRISTIANSEN, J. E.; OLSEN, E. C.; WILLARDSON, L. S. Irrigation water quality evaluation. **Journal of the Irrigation and Drainage**, Berlin, v.103, p.155-169, 1977.

CHRISTOPHER, J.T.; HOLTUM, J.A.M. Carbohydrate partitioning in the leaves of *Bromeliaceae* performing C₃ photosynthesis or crassulacean acid metabolism. **Australian Journal of Plant Physiology**. Melbourne, v.25, p. 735-743, 1998.

COELHO, E.F.; SOUSA, V.F de; RODRIGUES, B.H.N.; SOUZA, V.A.B.de; ANDRADE, C. de L. T. Produtividade do meloeiro sob diferentes intervalos de irrigação e disposições de linhas laterais de gotejamento em solo arenoso coeso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.3, n.3, p.309-315, 1999.

COLMER, T. D.; FAN, T. W. M.; HIGASHI, R. M.; LÄUCHLI, A. Interactions of Ca²⁺ and NaCl stress on the relations and intracellular pH of *Sorghum bicolor* root tips: An in vivo ³¹P-NMR study. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.45, p.1037-1044, 1994.

COSTA, R. G.; GHEYI, H. R. Variação da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha-PB. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF: v.19, p.1021-1025, 1984.

CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.21, p.675-692, 1994.

CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S. Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: CUNHA, G.A.P da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (org). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa CTT, 1999. p. 17-53.

CUNHA, G. A. P. da; MATOS, A. P. de.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da SILVA; SANCHES, N. F.; REINHARDT, D. H. R. C. **Abacaxi para exportação: Aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI. 1994. 41 p.

CUSHMAN, J.C. Osmoregulation in plants: implications for agriculture. **American Zoologist**, New York, v.41, n.4, p. 758-769, 2001a.

CUSHMAN, J.C. Crassalcean acid metabolism. A plastic photosynthetic adaptation to arid environments. **Plant Physiology**. Rock Ville v.127, p.1349-1448, 2001b.

DAKER, A. **Irrigação e drenagem**: A água na agricultura. 2.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, v.3. 1984. 543p. 641-652.

DA MATTA, F.M. **Emissão da fluorescência pela clorofila a**. UFV/DBV. Disponível em www.ufv.br. Consultado em 15 de março de 2002.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 2000. 221 p. il. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1977. 204 p.il. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 24).

DRENNAN, P.M.; NOBEL P.S. Responses of CAM species to increasing atmospheric CO₂ concentrations. **Plant Cell Environment** v.23, p. 767-781, 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa. Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1999. 412p.

EMBRAPA-CNPS. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rev. atual. Rio de Janeiro: 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas**: princípios e perspectivas. São Paulo: USP, 1975. 341p.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Ed. Campus; Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. p.302.

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.88, n.2, p.237-243, 1985.

FAGERIA, N. K. Tolerância de cultivares de arroz à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.281-288, 1991.

FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.363-383.

FARIAS, C.H. de A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J. F. de; COSTA, M. da C.; NASCIMENTO, I. B. do; SILVA, M. C. de C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p. 445-450, 2003

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB – DEAg, 2002. 52 p.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H.R.; HOLANDA, J.S.de; MEDEIROS, J.F de ; FERNANDES, P.D. Qualidade do fruto verde e coqueiro em função da irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p. 69-75, 2002.

FRENKEL, L. H. Reassessment of water quality criteria for irrigation. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, J. **Soil salinity under irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, p.143-72, 1984.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F de; BATISTA, M. A. F. de. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos sódicos**. Mossoró: ESAM, 1992. 70 p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 11 ed. rev.amp. Piracicaba: Nobel, 1985. 466 p.

GONÇALVES, M.R.; PASSOS, C.A.M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.145-161. 2000.

GURGEL, M.T. **Viabilidade agroeconômica do uso de água salina no cultivo do meloeiro** Campina Grande: UFCG, 2006. 187 p. (Tese Doutorado).

GURGEL, M.T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SANTOS, F.J. de S.; BEZERRA, I.L.B.; NOBRE, R.G. Índices fisiológicos e de crescimento de um porta-enxerto de aceroleira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3,n 3, p.451-457, 2003.

HASSAN, N. A. K.; DREW, J. V.; KNUDSEN, D.; OLSON, R. A. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. I. Barley (*Hordeum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.62, p.43-45. 1970a.

HASSAN, N. A. K.; DREW, J. V.; KNUDSEN, D.; OLSON, R. A. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. II. Corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.62, p.46-48. 1970b.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.137-169.

HOORN, J. W. van. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. In: **Salinity Seminar**, Baghdad. Rome: FAO, 1971. p.117-35. (FAO. Irrigation and Drainage Papper, 7).

HUNT, R. **Basic growth analysis plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 1990. 112 p.

IBGE.**Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária**. Rio de Janeiro: IBGE, v.18, n.01 jan. 2006, p.6.

IZZO, R.; NAVAR-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.14, p.687-699, 1991.

IZZO, R.; SCAGNOZZI, A.; BELLIGNO, A.; NAVARIZZO, F. Influence of NaCl treatment on Ca, K and Na interrelations in maize shoots. In: FRAGOSO, M. A. C.; BEUSICHEM, M. L. (ed.). **Optimization of plant nutrition**. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.577-582.

JURINAK, J. J.; WAGENET, R. J. Fertilization and salinity. In: YARON, D. (ed.). **Salinity in irrigation and water resources**. [s.l:s.e.], 1981. p.103-119.

KAMPHORST, A.; BOLT, G. H. Saline and sodic soils. In: BOLT, G. H.; BRUGGENT, M. G. M. (eds.) **Soil chemistry**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. 1976. v.1, p.171-91. (Developments in Soil Science, 5A).

KATERJI, N.; VAN HOORN, J.W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. **Agricultural Water Management**, Sidney, v.43, n.1, p.99-109, 2000.

KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.75, p.75-85, 1983.

KHATRI, R.; SETHI, V.; KAUSHIK, A. Inter-population variations of *K. indica* during germination under different stresses. **Annals of Botany**, Oxford, v.67, p.413-415, 1991.

KONRAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B da; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse salino. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p. 339-347, 2005.

KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y. Quality of irrigation water. In: KOVDA, V. A.; BERG, C. van den; HAGAN, R. M. (ed.). **International source book on irrigation, drainage and salinity**. London: HUTCHINSON/ FAO/UNESCO, 1973, p. 177-205.

LARAQUE, A. **Estudo e previsão da qualidade química da água dos açudes do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1989. 97p. (SUDENE. Hidrologia, 26).



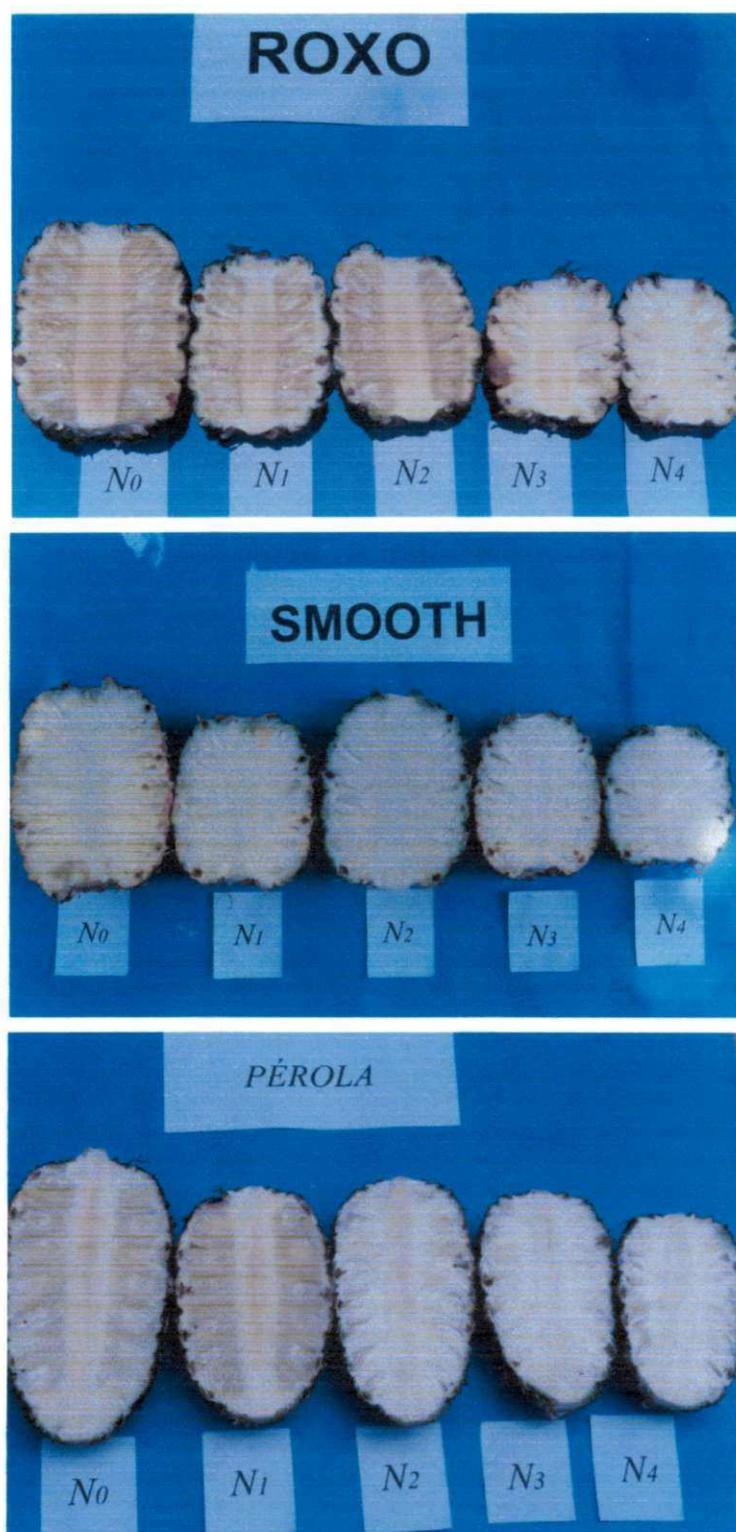
Detalhe dos genótipos Smooth Cayenne e Roxo, no nível de salinidade N2, no estágio de maturação.



Detalhe dos genótipos Smooth Cayenne e Roxo, no nível de salinidade N4, no estágio de maturação



Detalhe da cultivar Pérola nos diferentes níveis salinos, na ocasião da colheita



Cortes longitudinais de frutos de genótipos de abacaxizeiro, cultivados em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, por ocasião da colheita.