



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

LAÍSE FERREIRA DE ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO E TROCAS GASOSAS DE PLANTAS DE CAJUEIRO-ANÃO
PRECOCE SOB IRRIGAÇÃO SALINA EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO**

FORTALEZA – CE

2013

LAÍSE FERREIRA DE ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO E TROCAS GASOSAS DE PLANTAS DE CAJUEIRO-ANÃO
PRECOCE SOB IRRIGAÇÃO SALINA EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra

FORTALEZA – CE

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- A69d Araújo, Laíse Ferreira de.
Desenvolvimento e trocas gasosas de plantas de cajueiro anão precoce sob irrigação salina em neossolo quartzarênico / Laíse Ferreira de Araújo. – 2013.
116 f. : il., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.
Orientação: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.
Coorientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.
1. Cajueiro anão. 2. Salinização do solo. 3. Irrigação agrícola. I. Título.

LAÍSE FERREIRA DE ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO E TROCAS GASOSAS DE PLANTAS DE CAJUEIRO-ANÃO
PRECOCE SOB IRRIGAÇÃO SALINA EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra (Orientador)
Embrapa Agroindústria Tropical

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda
Universidade Federal do Ceará

Dr. Enéas Gomes Filho
Universidade Federal do Ceará

À minha família, em especial à minha mãe
Maria Lúcia Ferreira de Sousa e aos meus
avós Terezinha Ferreira e João Ferreira.

AGRADECIMENTOS

À Deus que me dá força nos momentos mais difíceis, me conservando firme e focada no meu projeto de vida.

Aos meu pais Maria Lúcia e Edvaldo, e minha irmã Suelen pelo amor e total apoio dedicado que serve de combustível para que eu possa continuar forte nesta caminhada.

Ao Professor Dr. Marlos Alves Bezerra, pela amizade, incentivo, orientação e pela grande persistência durante esta jornada.

À Universidade Federal do Ceará por ter me proporcionado a formação acadêmica.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFC através de seus professores.

À Embrapa Agroindústria Tropical pela infraestrutura.

Aos meus amigos e companheiros de luta Janiele, Aldiel, Ricardo, Gabriel, Tiago da Silva, Thiago Mesquita, Krishna, Thamires, Monikuelly, Fellype Rodrigo, Deivielison, Fernando, Diego Ramiro, Karla, Raul, Darlan, Hernandes e Eddie, pelos bons momentos de descontração, amizade e pelos momentos de aprendizado. Aos meus colegas de curso pelos bons momentos compartilhados durante a pós-graduação.

Aos meus colegas Reivany, Georjane, Ionete, Léa, Fábio, Alan e Amanda que fazem ou já fizeram parte do laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical pelos ensinamentos, conselhos, amizade e confiança.

Aos meus queridos avós pelo carinho e amor repassados.

À minha madrinha Lucidalva, por além de ser minha segunda mãe, me ensinar coisas valiosas.

Ao Paulo Victor, pela compreensão, amor, carinho, paciência e companheirismo ao longo desses anos.

Ao Wladimir e às minhas tias e tios pelo apoio, amizade e estímulos recebidos.

Ao Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda e ao Prof. Dr. Enéas Gomes Filho por aceitarem participar da banca examinadora.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a concretização desse sonho.

RESUMO

A maioria dos pomares de cajueiro no Brasil está localizada no trópico semiárido, onde a água é escassa e apresenta problemas de salinidade. Dessa forma, a fisiologia e o desenvolvimento de clones de cajueiro-anão precoce sob condições de salinidade foram avaliadas, tanto em plantas cultivadas em containers quanto em plantas cultivadas no campo. Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical. No primeiro experimento, em containers, os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2 com cinco repetições, referentes a soluções salinas ajustadas para as condutividades elétricas (CEa) (0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), e 2 clones de cajueiro (CCP 06 e BRS 265). Em relação ao experimento em campo, os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições e quatro plantas por parcela experimental, referentes às soluções salinas ajustadas para as condutividades elétricas (CEa) (0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). Nas plantas cultivadas em containers, a irrigação com água salina proporcionou um acréscimo nos teores de Na e Cl nas folhas, afetando negativamente todas as variáveis dos dois clones estudados. As plantas apresentaram as maiores taxas fotossintéticas entre 7:00 e 10:00 horas da manhã, período ideal para as medições de trocas gasosas. Não houve diferença em relação à tolerância entre os clones CCP 06 e BRS 265. As plantas irrigadas com CEa de 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ morreram antes de atingir os 12 meses de experimento. A matéria seca das raízes foi mais afetada pela salinidade que a matéria seca das folhas. Quando as plantas foram cultivadas no campo, a irrigação com água salina nos maiores níveis de salinidade proporcionou um acréscimo nos teores de Na e Cl nas folhas, mas não houve diferença significativa entre os níveis de salinidade, para as variáveis de trocas gasosas e crescimento estudadas, exceto para transpiração e condutância estomática no mês de outubro (360 dias após a aplicação dos tratamentos). Os resultados do curso diário apontaram que as medições de trocas gasosas devem ser feitas entre 8:00 e 10:00 horas da manhã, pois é nesse horário que as plantas apresentam as maiores taxas fotossintéticas, com menores valores de evapotranspiração da planta. O clone CCP 06 foi tolerante à salinidade nas condições estudadas, em que a maior CEa aplicada foi de 6,0 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Salinidade. Fotossíntese. Crescimento.

ABSTRACT

Most cashew orchards in Brazil are located in semiarid tropics, where water is scarce and has salinity problems. Thus, the physiology and development of clones of early dwarf cashew under saline conditions were assessed, both for plants grown in containers as in plants grown in the field. The experiments were conducted at the Experimental Station of Pacajus in Embrapa Agroindústria Tropical. The treatments consisted of, for twelve months, saline solutions adjusted to the electrical conductivity (EC_w - 0.4, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m⁻¹) in two clones of cashew (CCP 06 and BRS 265) in containers and a clone (CCP 06) in the field. In plants grown in containers, irrigation with saline water yielded an increase in the levels of Na and Cl in leaves, negatively affecting all variables of the two clones. The plants have the highest photosynthetic rates between 7:00 and 10:00 am, ideal period for measurements of gas exchange. There was no difference in tolerance between clones CCP 06 and BRS 265. Plants irrigated with EC_w of 4.5 and 6.0 dS m⁻¹ died before reaching the 12 month experiment. The root dry matter was more affected by salinity than the dry leaves. When grown in the field, irrigation with saline water in higher levels of salinity resulted in increased levels of Na and Cl in the leaves, but no significant difference in levels of salinity, for all variables of gas exchange and growth studied, except stomatal conductance and transpiration for the month of October (330 days after treatment application). Through the results of the daily course, it was seen that measurements of gas exchange must be made in the period between 8:00 and 10:00 am, for it is at this time that the plants have the highest photosynthetic rates, with lower values evapotranspiration of the plant. Clone CCP 06 was tolerant salinity conditions studied, in which most EC_w applied was 6.0 dS m⁻¹.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Salinity. Photosynthesis. Growth.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 -	Visão geral do experimento de cultivo de cajueiro-anão precoce em containers e irrigado com águas salinas.....	34
Figura 2.2 -	Visão geral das caixas d'água onde foram preparadas e armazenadas as soluções salinas com águas salinas.....	35
Figura 2.3 -	Precipitação observada durante os meses de novembro de 2011 a novembro de 2012, no município de Pacajus, CE.	38
Figura 2.4 -	Condutividade elétrica do solo dos containers cultivado com plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	38
Figura 2.5 -	Modelos de regressão polinomial derivados da análise entre a condutividade elétrica das águas de irrigação e a condutividade elétrica do solo cultivado com plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, nas camadas de 0-20 cm	40
Figura 2.6 -	Queima das folhas e morte de plantas de cajueiro-anão precoce causadas pela toxicidade dos sais aplicados na água de irrigação	44
Figura 2.7 -	Plantas mortas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$	48
Figura 2.8 -	Transpiração ao longo do ano de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	50
Figura 2.9 -	Temperatura média das folhas de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e medidas ao longo do ano	51
Figura 2.10 -	Condutância estomática ao longo do ano de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas ...	51
Figura 2.11 -	Fotossíntese ao longo do ano de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	52
Figura 2.12 -	Cursos diários de transpiração de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	53
Figura 2.13 -	Cursos diários de transpiração de plantas do clone BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	54
Figura 2.14 -	Cursos diários de condutância estomática de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	56

Figura 2.15 - Cursos diários de condutância estomática de plantas do clone BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas	57
Figura 2.16 - Cursos diários de fotossíntese de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas	59
Figura 2.17 - Cursos diários de fotossíntese de plantas do clone BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	60
Figura 2.18 - Altura das plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas	68
Figura 2.19 - Diâmetro do caule das plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	68
Figura 3.1 - Plantas de cajueiro-anão precoce (clone CCP 06) com 240 dias após o transplântio, no início da aplicação da irrigação com águas salinas.....	81
Figura 3.2 - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	85
Figura 3.3 - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas ao longo do ano.....	86
Figura 3.4 - Precipitação ocorrida no Campo Experimental de Pacajus, durante os meses de novembro de 2011 a novembro de 2012	87
Figura 3.5 - Teores de cloreto nas folhas de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	89
Figura 3.6 - Teores de sódio nas folhas de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	89
Figura 3.7 - Transpiração (E) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	91
Figura 3.8 - Temperatura foliar no horário de 9:00 às 12:00h, de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	91
Figura 3.9 - Condutância estomática de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	94
Figura 3.10 - Fotossíntese de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	96

Figura 3.11 - Cursos diários de transpiração de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	98
Figura 3.12 - Cursos diários de condutância estomática de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	99
Figura 3.13 - Cursos diários de fotossíntese de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	101
Figura 3.14 - Altura de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	104
Figura 3.15 - Diâmetro do caule de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	106
Figura 3.16 - Área foliar de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce após 14 meses de aplicação dos tratamentos.....	107
Figura 3.17 - Matéria seca das folhas e do caule de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	109
Figura 3.18 - Produtividade no primeiro ano de produção de castanha de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 -	Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração, condutância estomática e fotossíntese, de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas no mês de dezembro.....	41
Tabela 2.2 -	Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração, condutância estomática e fotossíntese, de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de janeiro a março.....	42
Tabela 2.3 -	Desdobramento das médias de transpiração em fevereiro de 2012, dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade dentro dos clones	44
Tabela 2.4 -	Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração, condutância estomática e fotossíntese, de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de maio a agosto	46
Tabela 2.5 -	Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração, condutância estomática e fotossíntese, de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de setembro a novembro.....	49
Tabela 2.6 -	Análise de variância para os teores de cloreto e sódio em folhas de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	61
Tabela 2.7 -	Análise de variância do mês de janeiro a março de 2012 para as variáveis de crescimento: altura e diâmetro de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas ...	63
Tabela 2.8 -	Desdobramento das médias da variável altura dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones (jan/12).....	63
Tabela 2.9 -	Desdobramento das médias da variável altura dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones (fev/12)	64
Tabela 2.10 -	Análise de variância do mês de maio a julho de 2012 para as variáveis de crescimento: altura e diâmetro do caule de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas ...	65

Tabela 2.11 - Análise de variância do mês de agosto a novembro de 2012 para as variáveis de crescimento: altura e diâmetro do caule de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	67
Tabela 2.12 - Análise de variância das variáveis: área foliar, matéria seca das folhas, dos caules e das raízes de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas	69
Tabela 2.13 - Desdobramento das médias da variável matéria seca do caule (MSC) dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones	70
Tabela 2.14 - Desdobramento das médias da variável matéria seca da raiz (MSR) dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones	71
Tabela 3.1 - Análise de variância para cloreto na folha e sódio na folha de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	87
Tabela 3.2 - Análise de variância para transpiração de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de novembro de 2011 a outubro de 2012.....	90
Tabela 3.3 - Análise de variância para condutância estomática de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de novembro de 2011 a outubro de 2012	93
Tabela 3.4 - Análise de variância para fotossíntese de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de novembro de 2011 a outubro de 2012.....	95
Tabela 3.5 - Análise de variância para altura de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de novembro de 2011 a outubro de 2012.....	103
Tabela 3.6 - Análise de variância para diâmetro de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas nos meses de novembro de 2011 a outubro de 2012.....	105
Tabela 3.7 - Análise de variância para a área foliar de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce após 12 meses de aplicação dos tratamentos com águas salinas.....	107

Tabela 3.8 - Análise de variância para matérias secas da folha e do caule de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	108
Tabela 3.9 - Análise de variância para produção do primeiro ano de castanhas de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas salinas.....	109

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	17
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Cultura do cajueiro	18
2.1.1 Clone CCP 06.....	20
2.1.2 Clone BRS 265.....	20
3 SALINIDADE	21
3.1 Problemas com salinidade no Nordeste Brasileiro	21
3.2 Efeito da salinidade no crescimento e desenvolvimento das plantas	22
3.3 Efeito da salinidade nas trocas gasosas das plantas	23
3.4 Efeito da salinidade nos solutos orgânicos e inorgânicos das plantas	24
REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO II	31
FISIOLOGIA DE CLONES DE CAJUEIRO-ANÃO PRECOCE CULTIVADOS EM CONTAINERS E IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA	
1 INTRODUÇÃO	32
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1 Condução do experimento e delineamento experimental	33
2.2 Aplicação dos tratamentos	34
2.3 Condutividade elétrica do solo (0-20 cm)	35
2.4 Teores de Na e Cl foliares	36
2.5 Trocas gasosas	36
2.6 Crescimento e desenvolvimento	37
2.7 Análise estatística	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.1 Pluviometria e condutividade elétrica do solo (0-20 cm)	37

3.2	Trocas gasosas.....	41
3.2.1	Cursos diários de transpiração.....	52
3.2.2	Cursos diários de condutância estomática.....	55
3.2.3	Cursos diários de fotossíntese	58
3.3	Solutos inorgânicos nas folhas.....	61
3.4	Crescimento e desenvolvimento	62
3.4.1	Altura e diâmetro do caule das plantas.....	62
3.4.2	Área foliar e matéria seca das plantas	69
4	CONCLUSÕES	72
	REFERÊNCIAS	73

CAPÍTULO III..... 77

FISIOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE CAJUEIRO-ANÃO PRECOCE IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA NO CAMPO

1	INTRODUÇÃO	78
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	79
2.1	Condução do experimento e delineamento experimental.....	79
2.2	Aplicação dos tratamentos.....	80
2.3	Variáveis analisadas	81
2.3.1	Condutividade elétrica do solo (0-20 cm)	81
2.3.2	Solutos inorgânicos nas folhas	82
2.3.3	Trocas gasosas	82
2.3.4	Crescimento e desenvolvimento das plantas	83
2.3.5	Análise estatística	83
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
3.1	Pluviometria e condutividade elétrica do solo (0-20 cm).....	84
3.2	Solutos inorgânicos nas folhas.....	87
3.3	Trocas gasosas.....	89
3.3.1	Transpiração	89
3.3.2	Condutância estomática.....	92
3.3.3	Taxa fotossintética.....	94

3.4	Cursos diários	97
3.4.1	Transpiração	97
3.4.2	Condutância estomática.....	98
3.4.3	Fotossíntese	100
3.5	Crescimento das plantas	102
3.5.1	Altura e diâmetro do caule das plantas.....	102
3.5.2	Área foliar.....	106
3.5.3	Matéria seca.....	108
3.6	Produtividade da castanha	109
4	CONCLUSÕES	111
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
	REFERÊNCIAS	113

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

As baixas pluviometrias registradas nas regiões semiáridas, agravadas pelo elevado saldo de energia solar disponível ao processo de evapotranspiração, juntamente com a adoção da irrigação, pode resultar em altas concentrações de sais no solo (LOPES *et al.*, 2008). A adoção da irrigação, mesmo em uma visão conservacionista, resulta em uma adição de 3 a 5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de sais ao solo explorado pela agricultura irrigada (CAUSAPÉ *et al.*, 2004). Segundo Medeiros *et al.* (2003), na região Nordeste, parte da água utilizada para a irrigação provém de poços rasos, sendo considerada de baixa qualidade por apresentar salinidade média de 2,5 dS m⁻¹. Neste caso, sua utilização na agricultura fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e ao correto manejo da irrigação.

O excesso de sais pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, inibindo o crescimento das mesmas, em função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos íons, causando distúrbios nas relações hídricas e alterações na absorção e na utilização de nutrientes essenciais para as plantas (MUNNS, 2002).

Dentre as espécies frutíferas cultivadas no Nordeste brasileiro, destaca-se o cajueiro, tanto pelo potencial de exportação de suas castanhas, quanto pela extensão da área de produção, que, em 2011, segundo o IBGE (2012), alcançou aproximadamente 759 mil hectares de área colhida. A maioria desses pomares de cajueiro no Brasil está localizada no trópico semiárido, onde a água é escassa e apresenta problemas de salinidade. Com isso, os produtores de caju, desde os produtores de mudas até aqueles que irrigam os pomares adultos, são obrigados a utilizarem água salina de baixa qualidade.

No caso da produção de mudas, o efeito da salinidade é mais pronunciado, uma vez que nessa fase as plântulas estão mais susceptíveis aos efeitos do sal (PONTE *et al.*, 2011). Dessa forma, se torna importante o estudo das respostas de plantas à salinidade, visando elucidar mecanismos de tolerância, de forma a auxiliar na obtenção de materiais mais tolerantes, especialmente para a utilização como porta-enxerto, uma vez que a recomendação técnica é que toda a propagação seja feita de forma vegetativa.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a fisiologia e o desenvolvimento de plantas dos clones BRS 265 e CCP 06 de cajueiro-anão precoce, cultivadas em containers ou em condições de campo e submetidas à aplicação de água salina na irrigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do cajueiro

Originário do Brasil, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence à família Anacardiaceae, composta de mais de 60 gêneros e de 400 a 600 espécies, incluindo árvores e arbustos tropicais e subtropicais que apresentam ramos sempre providos de canais resiníferos e folhas alternadas, coriáceas e sem estípulas, encontrando-se disperso numa extensa faixa compreendida entre os paralelos 27° N, no Sudeste da Flórida, e 28° S, na África do Sul (FROTA; PARENTE, 1995; BARROS, 2002).

A maior diversidade de cajueiro, única espécie cultivada e de maior dispersão do gênero, encontra-se no Nordeste brasileiro (BARROS, 1995). De grande variabilidade genética, o cajueiro vem sendo estudado em dois grupos: comum e anão. O tipo comum, também conhecido como gigante é o mais difundido, apresentando porte elevado, altura entre 8,0 e 15,0 m e envergadura que pode atingir até 20 m (CRISÓSTOMO, 2009). O cajueiro-anão precoce caracteriza-se pelo porte baixo, altura abaixo de 4,0 m, copa homogênea com variação no tamanho de 5,0 a 6,5 m, diâmetro do caule e envergadura bem inferiores ao do tipo comum.

Segundo a International Tree Nut Council (I.N.C.), organização francesa especializada em estudos econômicos sobre amêndoa da castanha de caju industrializada, em sua revista *The Cracker* (TREENUTS, 2004), o mercado internacional de produção de castanha de caju foi liderado até o ano de 2003 pela Índia e Brasil, respectivamente. Já em 2004, a cajucultura ocupou uma área mundial de 3,09 milhões de hectares e produção de 2,27 milhões de toneladas, o que representou um rendimento médio de 0,73 t ha⁻¹, tendo Vietnã, Índia, Nigéria, Brasil, Indonésia e Tanzânia como principais países produtores. Atualmente, os principais produtores mundiais de caju são, na sequência: Vietnã, Nigéria, Índia, Costa do Marfim e Brasil (FAO, 2012).

Com uma área plantada de mais de 768.000 hectares e produção de mais de 229 mil toneladas de castanha de caju em 2011, o Brasil se destaca no cenário internacional tendo o Ceará como o maior produtor, seguido por Rio Grande do Norte e Piauí. A castanha de caju é o segundo maior produto exportado do Ceará, ficando atrás somente da confecção de calçados (IBGE, 2012). Ainda segundo o IBGE, nos últimos sete anos a produção brasileira de castanha de caju, por questão de ordem climática, tem apresentado comportamento sazonal. O crescimento em decorrência de aplicação de novas tecnologias ou até mesmo de aumento de área é pouco significativo, chegando mesmo a ser vegetativo. Contudo, considerando anos de clima normal, pode-se afirmar que a média de produção de castanha de caju in natura no Brasil oscila entre 220 e 240 mil toneladas.

Em função de sua vasta área no Brasil, a cajucultura se destaca como uma atividade de expressiva importância socioeconômica, que, além das atividades do campo, apresenta uma indústria de beneficiamento de castanha de caju com capacidade de processar mais de 280 mil toneladas por ano, sendo responsável pelo emprego de 37.500 pessoas no meio rural e 15.000 empregos nas indústrias de beneficiamento de castanha (OLIVEIRA, 2004). Além da amêndoa da castanha de caju (ACC), tem-se também o líquido da casca da castanha de caju (LCC), que representa 25% do peso da castanha in natura (EMBRAPA, 2004), que, junto com seus derivados, obtidos através de diferentes reações químicas, podem ser utilizados na fabricação de tintas, vernizes e esmaltes especiais, isolantes elétricos, inseticidas, fungicidas, pigmentos, plastificantes, antioxidantes, adesivos e aglutinantes para placas aglomeradas e compensados navais.

Os Estados Unidos, Holanda e Canadá são os principais mercados consumidores da amêndoa brasileira, respondendo por cerca de 70% das importações em 2012. Ainda neste ano, as exportações de castanha nacional chegaram à marca de 222 milhões de dólares (SECEX-MDIC, 2012). O agronegócio do caju no mundo movimenta cerca de 2,4 bilhões de dólares por ano (OLIVEIRA, 2002).

Apesar da importância socioeconômica, a cajucultura nordestina vem atravessando um período crítico, motivado pelos constantes decréscimos de produtividade, causado pelo modelo exploratório extrativista. A heterogeneidade dos plantios comerciais existentes e a não aplicação de uma tecnologia agrônômica orientada vêm comprometendo o processo de produção de castanhas (GUANZIROLI *et al.*, 2009).

2.1.1 Clone CCP 06

O clone CCP 06 foi selecionado em 1979, a partir da planta matriz de cajueiro CP 06 (Cajueiro de Pacajus), do lote de plantas do tipo anão precoce, introduzidas por sementes coletadas em 1956 no Município de Maranguape, CE (PAIVA; BARROS, 2004). O clone CCP 06 foi avaliado durante 15 anos, no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE.

Foi lançado para o plantio comercial no ano de 1983, apresentando como características, plantas de porte baixo, altura média de 2,11 m e diâmetro médio da copa de 4,52 m, no sexto ano de idade. Essas características são peculiares ao tipo de cajueiro-anão precoce. Os indicadores agroindustriais são: peso da castanha de 6,4 g, amêndoa despelculada com média de 1,6 g com umidade natural, relação amêndoa/casca de cerca de 24,8% e porcentagem de amêndoas quebradas no corte de 9,3%. A produtividade média esperada no sexto ano de produção é de cerca de 283,3 kg ha⁻¹, em espaçamento de 7 m x 7 m. (PAIVA; BARROS, 2004).

Para o pedúnculo, os indicadores agroindustriais são peso médio de 76,5 g e coloração amarela. É o porta-enxerto mais indicado e utilizado para produção de mudas de cajueiro-anão precoce (CAVALCANTI JÚNIOR; BARROS, 2002).

2.1.2 Clone BRS 265

O clone BRS 265 resultou de uma seleção fenotípica individual dentro de progênies de polinização livre do clone de cajueiro-anão precoce CCP 76, seguida de avaliação clonal dos genótipos selecionados, no Campo Experimental de Pacajus, CE e na Fazenda Bela Fonte, localizada no município de Severiano Melo, RN (PAIVA *et al.*, 2006). Apresenta como características o porte baixo com altura média de 2,55 m no quinto ano de idade das plantas e diâmetro da copa médio de 5,56 m no quinto ano de idade das plantas, em cultivo de sequeiro no município de Pacajus, CE.

Segundo Paiva *et al.* (2006), os indicadores agroindustriais para a castanha do BRS 265 no município de Pacajus são: peso da castanha de 12,5 g (o dobro do clone CCP 06),

amêndoa despelculada com média de 2,56 g com umidade natural, relação amêndoa/casca de cerca de 21,26% e porcentagem de amêndoas quebradas no corte de 2,04%. O espaçamento recomendado é de 8 m x 6 m, em sistema retangular, com 208 plantas/ha, ou 7 m x 7 m, em sistema quadrado, com 204 plantas ha⁻¹. O BRS 265 (Pacajus) foi recomendado para o plantio comercial de sequeiro no Estado do Ceará e regiões similares em 2005, com aproveitamento do pedúnculo para o mercado de mesa e da castanha para o mercado de amêndoa (PAIVA *et al.*, 2006).

3 SALINIDADE

3.1 Problemas com salinidade no Nordeste brasileiro

Atualmente, problemas de salinidade atingem cerca de 6% das terras do mundo, com 30% dessas em áreas irrigadas (MUNNS; TESTER, 2008). Dos 1,5 bilhões de hectares cultivados no mundo, cerca de 5% ou 77 milhões de hectares são afetados pela salinização (MUNNS; TESTER, 2008).

A salinização secundária se dá em função do acúmulo progressivo de sais nos solos, decorrente de irrigações mal manejadas (aplicação excessiva de fertilizantes e ausência de drenagem adequada) (SILVA *et al.*, 2008), de elevadas taxas de evapotranspiração, de chuvas insuficientes para lavar e/ou transportar os sais solubilizados das rochas e minerais e do sal dissolvido na água utilizada de forma intensiva para irrigar a expansiva agricultura das regiões áridas e semiáridas (ANDRADE *et al.*, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Estima-se que a área salinizada no semiárido brasileiro seja superior a nove milhões de hectares, localizada no Polígono das Secas, predominando os sais de sódio, principalmente o NaCl (MIRANDA *et al.*, 2002). Nessa região, é comum a ocorrência de solos com caráter sódico e solódico, que tem tornado parte dos solos inadequados para o cultivo da maioria das espécies agrícolas, culminando com o abandono das terras (RIBEIRO *et al.*, 2003). Por outro lado, levantamentos de avaliação da qualidade da água para a irrigação em Estados do Nordeste indicaram que cerca de 70% das fontes de água podem ser consideradas de boa qualidade para irrigação, apresentando níveis baixos ou médios de salinidade (HOLANDA; AMORIM, 1997).

3.2 Efeito da salinidade no crescimento e desenvolvimento das plantas

A produção de várias culturas é reduzida severamente sob condições de salinidade. Uma vez absorvidos, os íons são transportados às folhas onde se acumulam em função do processo de transpiração. O excesso de cloreto e sódio no protoplasma ocasiona distúrbios, afetando a fotofosforilação, a cadeia respiratória, a assimilação de nitrogênio e o metabolismo das proteínas (MUNNS, 2002). Dentre os processos afetados pelo estresse salino, destacam-se a síntese de proteínas, o metabolismo dos lipídios e a fotossíntese (BEZERRA *et al.*, 2003).

Plantas glicófitas e até halófitas sofrem inibição do crescimento, logicamente em níveis diferentes de salinidade, sendo que os efeitos são bem mais drásticos nas primeiras. A sensibilidade à salinidade não difere apenas entre espécies, mas também entre variedades ou cultivares de uma mesma espécie, e nas diferentes fases fenológicas da planta (FAGERIA; GHEYI, 1997). Podem ser observados nanismo, inibição do crescimento radicular, adiamento no desenvolvimento de gemas apicais, redução da área foliar, necrose nas raízes, gemas e margens das folhas, provocando a morte das células.

A salinidade pode causar danos no crescimento e desenvolvimento das plantas por efeito osmótico, em que a elevada concentração salina diminui o potencial osmótico do solo, disponibilizando água e nutrientes em menores quantidades para a planta (ALVES *et al.*, 2011). A salinidade pode ainda afetar as plantas devido a um desbalanço nutricional, em que o excesso de íons no solo inibe a absorção de outros íons.

Apesar de o cajueiro ser cultivado em condições semiáridas e apresentar resistência moderada à salinidade, diversos estudos demonstram que o estresse salino afeta severamente as fases de germinação (VOIGT *et al.*, 2009), crescimento inicial, enxertia e pré-floração (FERREIRA-SILVA *et al.*, 2009; CARNEIRO *et al.*, 2007), além de induzir distúrbios metabólicos relacionados à mobilização de reservas (VOIGT *et al.*, 2009), à fotossíntese (BEZERRA *et al.*, 2007), ao metabolismo do nitrogênio (VIÉGAS *et al.*, 2004) e à homeostase iônica (VIÉGAS *et al.*, 2001).

Segundo Bezerra *et al.* (2003), a salinidade provoca efeitos negativos na germinação de plântulas de cajueiro, bem como no desenvolvimento inicial dessas plântulas (VIÉGAS *et al.*, 2001; CARNEIRO *et al.*, 2002). Em relação à produção de mudas, segundo Ferreira-Silva *et al.* (2009), a acumulação dos íons Na^+ e Cl^- em folhas de mudas enxertadas de cajueiro sob condições salinas é fortemente influenciada pelo porta-enxerto. Bezerra *et al.*

(2007) relataram que a diminuição da disponibilidade hídrica favorece a queda na taxa de fotossíntese das plantas de cajueiro. Comportamento semelhante é observado face ao aumento da concentração salina na água de irrigação, sendo esse comportamento diferenciado em virtude do substrato utilizado (MESQUITA *et al.*, 2007).

A redução da área foliar em resposta a salinidade, que está ligada à inibição da expansão e divisão celular (MUNNS, 1993) também favorece a diminuição das trocas gasosas em plantas submetidas a estresse salino (BEZERRA *et al.*, 2007). Amorim *et al.* (2010), observaram não ter havido comprometimento na produtividade de plantas adultas de cajueiro-anão precoce em função da salinidade. No entanto, existem poucos trabalhos que evidenciem o estudo da salinidade em cajueiro em condições de campo. Tais estudos podem ajudar a entender e analisar o impacto da aplicação de águas salinas no cultivo dessa espécie.

3.3 Efeito da salinidade nas trocas gasosas das plantas

Os estudos sobre as trocas gasosas em frutíferas, envolvendo a fixação de CO₂, transpiração e condutância estomática, vêm se ampliando a partir da década de 80, em trabalhos direcionados para culturas tropicais, como cajueiro e goiabeira (NOGUEIRA *et al.*, 2000). A fotossíntese, junto com o crescimento celular, está entre os processos primários que são afetados pelo estresse salino. O déficit hídrico e a limitação da difusão do CO₂ induzidos pela salinidade podem diminuir a atividade fotossintética a partir da redução na abertura estomática, ou por efeitos nas reações associadas aos cloroplastos (CHAVES *et al.*, 2009).

Segundo Brugnoli e Lauteri (1991), a redução nas taxas de fotossíntese e transpiração em função do estresse salino tem sido atribuída aos decréscimos na condutância estomática e no conteúdo total de clorofila e carotenóides (GREENWAY; MUNNS, 1980; PARIDA; DAS, 2005). Por outro lado, o fechamento estomático sob condições de salinidade desempenha um papel adaptativo, porque controla o transporte de íons tóxicos até os tecidos fotossintetizantes, evitando, ao mesmo tempo, a perda de água por transpiração (CHAVES *et al.*, 2009).

Bezerra *et al.* (2003), analisando os teores foliares de íons no clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce observaram que houve uma redução nas trocas gasosas à medida que a salinidade era aumentada. Esses autores também observaram que este efeito se intensificava com o tempo de estresse. Segundo Amorim *et al.* (2010), os parâmetros relacionados às trocas

gasosas: fotossíntese líquida (A), transpiração (E) e condutância estomática (g_s) não se alteraram significativamente em função do aumento da salinidade em plantas adultas de cajueiro-anão precoce cultivadas em condições de campo, diferentemente dos resultados obtidos por Sousa *et al.* (2010) e Bezerra *et al.* (2003), em que houve uma redução desses parâmetros em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

3.4 Efeito da salinidade nos solutos orgânicos e inorgânicos das plantas

Os solos salinos frequentemente são associados a concentrações elevadas de NaCl, embora, em algumas áreas, Ca^{2+} , Mg^{2+} e SO_4^- também estejam presentes em concentrações altas nesses solos (EPSTEIN; BLOOM, 2005). Uma elevada salinidade no extrato de saturação do solo pode provocar redução na absorção de alguns nutrientes. Por exemplo, quando a concentração de sódio e cloreto no solo é alta, a absorção de nutrientes minerais como nitrato, cálcio e potássio é reduzida (LARCHER, 2000). A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado.

A concentração elevada de sais no extrato de saturação do solo pode provocar ainda problemas de fitotoxicidade à planta. Os danos às plantas ocorrem quando os íons tóxicos são absorvidos em quantidades significativas, junto com a água absorvida pelas raízes, as quais ultrapassam a capacidade da planta de compartimentalizá-los no vacúolo. Conseqüentemente, a concentração de sais aumenta no citoplasma e inibe a atividade de enzimas de várias rotas metabólicas (PRISCO; GOMES-FILHO, 2010).

Para suportar o estresse salino, muitas plantas acumulam solutos orgânicos no citosol e/ou íons inorgânicos no vacúolo, os quais baixam o potencial osmótico, num mecanismo conhecido como ajustamento osmótico (MELONI *et al.*, 2004), proporcionando absorção de água pela planta (LARCHER, 2000). Com isso, há um aumento no potencial de turgescência, exercendo importante papel no crescimento vegetal mediante a intensificação do alongamento celular (NEUMANN; VOLKENBURGH; CLELAND, 1988). Esses solutos orgânicos, na maioria, são álcoois, carboidratos solúveis, N-aminossolúveis, sais de amônio quaternários e sais sulfônicos terciários (ASHRAF; HARRIS, 2004). O potencial osmótico também pode ser reduzido pela presença de ácidos orgânicos. O acúmulo de aminoácidos e de carboidratos solúveis tem sido estudado intensamente em plantas em condições de estresse

salino (AZEVEDO NETO *et al.*, 2004), pois são os solutos orgânicos de maior contribuição para o potencial osmótico.

O acúmulo de íons inorgânicos (Na^+ , K^+ e Cl^-) é bem evidenciado em condições de estresse salino. Embora esses íons tenham papel importante no crescimento de plantas superiores nessas condições, suas contribuições relativas variam entre as espécies, entre as cultivares de uma mesma espécie, entre órgãos e tecidos de uma mesma planta e até entre diferentes compartimentos de uma célula (MUNNS, 2002). O excesso desses solutos inorgânicos causa intumescimento do protoplasma, afetando a atividade enzimática, causando alterações quantitativas e qualitativas no metabolismo, as quais resultam em baixa produção de energia, distúrbios na assimilação do nitrogênio, alterações no padrão de aminoácidos e no metabolismo das proteínas.

Lacerda (2000), estudando o acúmulo de solutos orgânicos (prolina, carboidratos solúveis, aminoácidos e betaína) e inorgânicos (Cl^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) no crescimento de dois genótipos de sorgo forrageiro submetidos a estresse salino, constatou que a salinidade provocou a queda do potencial osmótico de folhas e raízes nos dois genótipos. No entanto, a queda teve mais intensidade no genótipo sensível, o que se deveu, principalmente, ao maior acúmulo, de Na^+ e Cl^- neste genótipo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V.L.A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. **Agrária (Online)**, Recife, v. 6, p. 602-608, 2011.
- AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J.T.; LACERDA, C.F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro-anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 01, p. 113-121, 2010.
- ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; ALEXANDRE, D. M. B.; PALÁCIO, H. de A. Q.; LIMA, C. A. Investigação de mudanças do status salino do solo pelo emprego de análise multivariada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)**, Campina Grande, v. 15, p. 410-415, 2011.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, p. 3-16, 2004.
- AZEVEDO NETO, A. D. de; PRISCO, J. T.; ENÉAS FILHO, J.; LACERDA, C. F. de; SILVA, J. V.; COSTA, P. H. A. da; GOMES FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 16, p. 31-38, 2004.
- BARROS, L. de M. Botânica, origem e distribuição geográfica. **In: ARAÚJO, J.P.P.; SILVA, V.V. (Org.). Cajucultura: modernas técnicas de produção.** Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p. 55-71.
- BARROS L.M. **Caju: Produção: aspectos técnicos.** Fortaleza: Embrapa / CNPAT, 2002, p. 18-20.
- BEZERRA, M. A.; OLIVEIRA, R. A. de; LACERDA, C. F. de; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fotossíntese de Plantas de Cajueiro-Anão Precoce Submetidas ao Estresse Salino. **Proceedings Interamerican Society For Tropical Horticultural**, Flórida, v. 47, p. 149-152, 2003.
- BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. da S e ; SANTOS, J. W. dos ; DIAS, J. M; PEREIRA, J. R. Efeito de doses de nitrogênio sobre o rendimento do agodoeiro, cultivar BRS 201, em condições irrigadas. **In: VI Congresso Brasileiro do Algodão, 2007, Uberlândia. VI Congresso Brasileiro do Algodão. Uberlândia - MG: ABRAPA/AMIPA/EMBRAPA ALGODÃO, 2007.**
- BRUGNOLI, E.; LAUTERI, M. Effects of salinity on stomatal conductance, photosintetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and saltsensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 nonhalophytes. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 95, n. 2, p. 628-635, 1991.
- 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.

CARNEIRO, P. T.; CAVALCANTI, M. L. F.; BRITO, M. E. B.; GOMES, A. H. S.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Sensibilidade do cajueiro-anão precoce ao estresse salino na pré-floração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, p. 150-155, 2007.

CAUSAPÉ, J.; QUÍLEZ, D.; ARAGUÉS, R. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level II. Salt and nitrate loads in irrigation return flows. **Agricultural Water Management**, v. 70, p. 211-228, 2004.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; BARROS, L. M. Jardins clonais e jardins de semente. **In:** BARROS, L. M. Caju produção: aspectos técnicos. Fortaleza: EMBRAPA CNPAT, 2002. p.95-131.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009.

CRISÓSTOMO, L. A.; PIMENTEL, C. R. M.; MIRANDA, F. R. de, OLIVEIRA, V. H. de. Cajueiro-Anão Precoce. **In:** Crisóstomo, L.A.; Naumov, A. Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 238 p. (IIP. Boletim 18).

EMBRAPA. As minifábricas de beneficiamento da castanha de caju. 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/microunidades.htm>> Acesso em: 15/05/2012.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral Nutrition of Plants**. Principles and Perspectives, 2 ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, 2005.

FAGERIA, N. K. ; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: Simpósio: “Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada”, 1997, Campina Grande, PB. **Anais...**, Campina Grande: UFPB, p. 363-383, 1997.

FAO: **FAOSTAT**. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 05 fev. 2013.

FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; VIÉGAS, R. A.; PAIVA, J. R. de ; SILVEIRA, J. A. G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira (Impressa)**, Brasília, v. 44, p. 361-367, 2009.

FROTA, P. C. E., PARENTE, J. I. G. Clima e fenologia. **In:** ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Org.) Cajucultura: modernas técnicas de produção. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p. 43-54.

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

GUANZIROLI, C. E. ; SABOYA, A.; SOUZA FILHO, H. M.; BASCO, C. Entraves ao Desenvolvimento da Cajucultura no Nordeste: Margens de Comercialização ou Aumentos de

Produtividade e de Escala? **In:** 47 Congresso da SOBER, 2009, Porto Alegre. Anais da SOBER. Porto Alegre: SOBER, 2009.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.. Qualidade da água para a irrigação. **In:** GHEYI, H. R., QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (eds.) Simpósio “manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada”. Campina Grande - PB, UFPB, 1997. p. 137-169.

IBGE - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2011. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br, 2011.>. Acesso em: 20 fev. 2012.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos-SP. Ed. Rima Artigos e Textos, 2000. 531p.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C. G. Impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na Bacia do Acaraú, Ceará, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, p. 34-43, 2008.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de, SILVA JUNIOR, M. J. da, ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MELONI, D. A.; GULOTTA, M. R.; MARTÍNEZ, C.A.; OLIVA, M. A. The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycine betaine accumulation in *Prosopis alba*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 16, p. 39-46, 2004.

MESQUITA, R. O.; BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Desenvolvimento e distribuição de íons em plântulas de cajueiro-anão precoce cultivadas em diferentes substratos e submetidas ao estresse salino. In: ANNALS DO WORKSHOP MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 2007, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2007. 1 CD-ROM.

MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; BERTONI, J. C.; MELO, J. R. M.; CALDAS, A. L. Silício de cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera Lam.*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 957-965, 2002.

MUNNS, R. Physiological Processes Limiting Plant Growth On Saline Soils: some dogmas and hypotheses. **Plant Cell Environment**, v. 16, p. 15-24, 1993.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell & Environment**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.

NEUMANN, P. M.; VOLKENBURGH, E.; CLELAND, R. E. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. **Plant Physiology**, v. 88, p. 233-237, 1988.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. *Impressa*), Brasília, v. 35, n. 7, p. 1331-1342, 2000.

OLIVEIRA, V. H. **Cultivo de cajueiro-anão precoce**. In: OLIVEIRA V.H. (Ed.). Sistema de produção. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 40p.

OLIVEIRA, F. N. S. (ED.). **Sistema de produção para manejo do cajueiro comum e recuperação de pomares improdutivos**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2004. 37p. (SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2).

PAIVA, J. R. de; BARROS, L. de M. Clones de cajueiro: obtenção, características e perspectivas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004 (**Boletim de Pesquisa**).

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. **Clone de cajueiro-anão precoce BRS 265**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PONTE, L. F. A.; FERREIRA, O. S.; ALVES, F. A. L.; SILVA, S. L. F.; SILVEIRA, J. A. G. Variabilidade de indicadores fisiológicos de resistência à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (*Online*), v. 46, p. 1-8, 2011.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCT Sal, 2010. p. 472.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V, eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 3. p. 165-208, 2003.

SECEX-MDIC - **Estudo setorial sobre a castanha de caju**. Disponível em: <<http://www.fiec.org.br/cin/principal/estatisticas/documents/castanha2012.pdf>, 2011>. Acesso em: 10 fev. 2013.

SILVA, M.O.; FREIRE, M.B.G.S.; MENDES, A.M.S.; FREIRE, F.J.; SOUSA, C.E.S.; GÓES, G.B. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 593-605, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TREENUTS. **The Cracker Magazine**. International Tree Nut Council (I.N.C.). France: Abril/2004.

VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G.; LIMA JUNIOR, A. R.; QUEIROZ, J. E.; FAUSTO, M. J. M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew

plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 216-222, 2001.

VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J. A. G. da; SILVA, L. M. de M.; VIÉGAS, P. R. A.; QUEIROZ, J. E.; ROCHA, I. M. A. Redução assimilatória de NO₃ - em plantas de cajueiros cultivados em meio salinizado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, p.189-195, 2004.

VOIGT, E. L.; ALMEIDA, T. D.; CHAGAS, R.M.; PONTE, L. F. A.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v. 166, p. 80-89, 2009.

CAPÍTULO II

FISIOLOGIA DE CLONES DE CAJUEIRO-ANÃO PRECOCE CULTIVADOS EM CONTAINERS E IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA

RESUMO

A maioria dos pomares de cajueiro no Brasil está localizada no trópico semiárido, onde a água é escassa e apresenta problemas de salinidade. O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical, com o objetivo de avaliar a fisiologia e o desenvolvimento de clones de cajueiro-anão precoce, cultivadas em containers e irrigadas com diferentes soluções salinas, visando observar respostas diferenciadas entre os clones. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições, referentes a soluções salinas ajustadas para cinco diferentes condutividades elétricas (CEa) (0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e 2 clones de cajueiro (CCP 06 e BRS 265). Os dados foram coletados durante 12 meses de experimento (dezembro de 2011 a novembro de 2012) e submetidos à análise estatística. A irrigação com água salina proporcionou um acréscimo nos teores de Na e Cl nas folhas, afetando negativamente todas as variáveis estudadas dos clones. As plantas apresentam as maiores taxas fotossintéticas entre 7:00 e 10:00 horas da manhã, período ideal para as medições de trocas gasosas. Não houve diferença em relação à tolerância entre os clones CCP 06 e BRS 265. O incremento da salinidade na água de irrigação afetou negativamente as variáveis de crescimento e trocas gasosas, sendo que as plantas irrigadas com CEa de 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ morreram, antes de chegar aos 12 meses de experimento. A matéria seca das raízes foi mais afetada pela salinidade que a matéria seca das folhas.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Trocas gasosas. Salinidade. Crescimento.

ABSTRACT

PHYSIOLOGY, DEVELOPMENT AND ALLOCATION OF CLONES DWARF CASHEW CULTURED IN CONTAINERS UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATER

Most cashew orchards in Brazil is located in the semiarid tropics, where water is scarce and has salinity problems. The experiment was conducted at the Experimental Station of Pacajus in Embrapa Agroindústria Tropical, with the objective to evaluate the physiology and development of clones of dwarf cashew grown in containers and irrigated with different saline solutions, in order to observe different responses among clones. Treatments were arranged in a 5 x 2 factorial with five replications, referring to salt solutions adjusted for electrical conductivity (ECw) (0.4, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m⁻¹) and 2 clones of cashew (CCP 06 and BRS 265). Data were collected during 12 months of study (December 2011 to November 2012) and subjected to statistical analysis. Irrigation with saline water yielded an increase in the levels of Na and Cl in leaves, negatively affecting all variables studied clones. The plants have the highest photosynthetic rates between 7:00 and 10:00 am, ideal period for measurements of gas exchange. There was no difference in tolerance between clones CCP 06 and BRS 265. The increase in salinity in irrigation water negatively affected the growth variables and gas exchange in plants irrigated with ECw of 4.5 and 6.0 dS m⁻¹ died before

reaching 12 months of the experiment. The root dry matter was more affected by salinity than the dry leaves.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Electrical conductivity. Salinity

1 INTRODUÇÃO

As plantas cultivadas apresentam diferentes respostas à salinidade, dependendo do nível de tolerância das mesmas. A tolerância ao estresse salino pode ser em função do controle da aquisição e da alocação de sódio na planta, do reajustamento osmótico e de vários outros processos fisiológicos do vegetal (CHEESEMAN, 1988).

A região semiárida do Nordeste do Brasil, além da escassez de recursos hídricos para atender às necessidades da população (consumo, irrigação, indústrias etc.), também se defronta com o problema do alto teor de sais em grande parte das fontes de água subterrânea (poços) e superficiais (açudes de pequeno e médio portes e lagoas), o que muitas vezes as tornam inadequadas para a irrigação e até para outros usos (GUILHERME *et al.*, 2005). Além disso, a concentração salina dessas águas, principalmente dos pequenos e médios reservatórios, aumenta durante o período seco, quando o volume de água é significativamente reduzido (ANDRADE *et al.*, 2010).

No semiárido nordestino, dentre as fruteiras cultivadas merece destaque o cajueiro, com 757.875 ha de área cultivada e produção de 226.330 toneladas de castanha de caju na safra de 2011, segundo IBGE (2012). O estado do Ceará é o líder na produção brasileira de caju, participando com 54,6%, seguido do Piauí e Rio Grande do Norte. A estimativa do IBGE para a safra 2012/13 é de que sejam produzidas 306.509 toneladas, representando incremento de 35,4%, em comparação ao ano anterior.

Embora existam no mundo muitos exemplos de sucesso no cultivo de plantas irrigadas com águas salinas, mediante manejo adequado do solo, rotação de culturas e uso de diferentes fontes de água, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta (SHARMA; RAO, 1998), poucas são as experiências no semiárido brasileiro (LIMA, 1997), especialmente com espécies perenes em experimentos de longo prazo. Essas espécies, notadamente as fruteiras, ocupam lugar de destaque na economia regional e seus cultivos estão, cada vez mais, ligados à agricultura irrigada, resultando no aumento da demanda por água de qualidade superior, como alternativa para suprir essa demanda, será necessário o uso alternativo de

fontes salinas ou de águas com baixa qualidade. Ademais, a necessidade de uso de água de baixa qualidade, com elevadas concentrações de sais, vem requerendo o uso de culturas mais tolerantes com níveis de salinidade mais elevados, a fim de minorar o efeito do estresse salino sobre as plantas.

Dessa forma, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o desenvolvimento de clones de cajueiro-anão precoce (CCP 06 e BRS 265), cultivados em containers e irrigados com diferentes soluções salinas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condução do experimento e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical (4° 10' S e 38° 27' W), altitude de 60 m, distante 55 km de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. O clima é Aw segundo Köppen (clima tropical com período chuvoso seco).

O material genético foi oriundo do Campo Experimental de Pacajus. As sementes dos porta-enxertos foram colocadas em tubetes de 288 cm³, tendo como substrato uma mistura de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba triturada e solo hidromórfico (CAVALCANTI JUNIOR; CHAVES, 2001). Após 45 dias, as plântulas foram enxertadas com garfos dos respectivos clones. No mês de julho de 2011, cinquenta mudas enxertadas com três meses de idade dos clones CCP 06 e BRS 265 foram transplantadas para containers furados embaixo com 120 litros de solo (Neossolos Quartzarênicos Distróficos) (Figura 2.1). Foi colocado brita na camada mais profunda do container para que houvesse uma maior lâmina de lixiviação.

Foi realizada uma adubação de fundação, aplicando-se 10 g de N (ureia) e 5 g de P₂O₅ (superfosfato triplo), parcelada em duas vezes para cada planta. Foram feitas ainda dez aplicações de solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON, 1950) no solo de cada vaso, do dia 05 a 14 de setembro de 2012. Foi feita também adubação foliar semanal durante os meses de novembro de 2011 e maio de 2012 (GREENLEAF 34-6-12+B e GREENLEAF 12-48-8). Durante o período do experimento, foram aplicados duas vezes o inseticida SUMITHION 500

EC e o acaricida/fungicida Kumulus[®] DF. No período de estabelecimento das mudas (quatro primeiros meses), foi aplicado água de poço ($0,4 \pm 0,2 \text{ dS m}^{-1}$). Durante todo o experimento foram retiradas as inflorescências produzidas pelas plantas, pois as plantas que florescem muito precocemente paralisam o seu crescimento normal para que possam manter a estrutura floral.

Figura 2.1 – Visão geral do experimento de cultivo de cajueiro-anão precoce em containers e irrigado com águas salinas. Pacajus-CE, julho 2011.



Fonte: Autor

2.2 Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos foram aplicados a partir de dezembro de 2011, consistindo da aplicação de irrigação pressurizada, via dois gotejadores por planta, das soluções salinas com condutividades elétricas (CEa) de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1} . A vazão média de cada gotejador correspondia a 9,0 L h^{-1} e a lâmina calculada para a cultura do cajueiro-anão precoce em vasos correspondeu a aproximadamente 3,0 litros por irrigação, aplicada três vezes na semana, independente da presença de precipitação pluviométrica. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada planta correspondia a uma parcela experimental. A lâmina de lixiviação não foi coletada.

As soluções salinas foram preparadas pela adição de diferentes quantidades de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, conforme Medeiros (1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais de $\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = \text{CE} \times 10$, extraída de Rhoades, Kandiah e Mashali (1992). As soluções salinas foram preparadas e acondicionadas em caixas d'água de 5.000 L (Figura 2.2), utilizando-se de condutivímetro portátil (CD-4301, Lutron) para mensuração e ajuste da condutividade elétrica de acordo com os tratamentos estabelecidos.

Figura 2.2 – Visão geral das caixas d'água onde foram preparadas e armazenadas as soluções salinas com diferentes concentrações de sal (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). Pacajus-CE.



Fonte: Autor

2.3 Condutividade elétrica do solo (0-20 cm)

Foram coletadas mensalmente amostras de solo em cada parcela experimental, na profundidade de 0-20 cm, para determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação. Para tanto, em 400g de solo, foram adicionados 130 mL de água deionizada, passada através de filtros miliporos (mili-Q), até o solo formar uma pasta saturada seguido de homogeneização e repouso por um período de no mínimo quatro horas. A leitura foi realizada em um condutivímetro de contato direto (W.E.T Sensor Type WET-1), sendo realizada, quando necessário, diluição com água deionizada. Os resultados foram expressos em dS m⁻¹. Não foi feita a medição da condutividade elétrica do solo por amostra filtrada em papel de filtro com auxílio de vácuo, em que o filtrado corresponde ao extrato de saturação do solo,

porque a diferença dos resultados entre os métodos (contato direto e extrato de saturação do solo) foi desprezível, além do método em que se utiliza o condutivímetro de contato direto ser muito menos laborioso que o citado anteriormente.

2.4 Teores de Na e Cl foliares

Os minerais Na e Cl foram determinados no final do experimento (360 dias após a aplicação dos tratamentos) a partir da trituração de folhas secas (estufa de circulação forçada de ar, a 70°C) em um moinho de facas. Após, 0,5 g desse material vegetal foi homogeneizado em 25 mL de água deionizada (passada através de filtros miliporos - mili-Q). Em seguida, essa mistura foi submetida à agitação por duas horas, seguido de filtração em papel de filtro do tipo lento, sendo o filtrado armazenado em frascos e mantido refrigerado até o momento das determinações do Na e Cl.

O teor de sódio foi determinado no extrato por fotometria de chama (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Antes de proceder à leitura da amostra, o fotômetro de chama (DM-62, Digimed) foi calibrado com água deionizada e soluções padrões. No caso da leitura ultrapassar o limite de detecção do aparelho, procedeu-se às diluições necessárias.

Para a determinação do cloreto, utilizou-se uma alíquota de 0,1 mL do extrato, completado para 3,0 mL com água deionizada. Em seguida, adicionaram-se 0,5 mL de mistura de $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 13,2 mM, em metanol, e de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 20,2% (4 + 1). A mistura foi agitada vigorosamente e, após repouso por 15 min, foram efetuadas as leituras de absorvância a 460 nm no espectrofotômetro (BioMate 3, Thermo Scientific) (GAINES *et al.*, 1984). A curva de calibração foi preparada utilizando-se NaCl como padrão sendo o extrato dosado em duplicatas.

2.5 Trocas gasosas

As trocas gasosas foram mensuradas mensalmente, com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA) (LCpro, ADC, Hoddesdon, UK). As medições ocorreram entre 09:00 e 12:00 h, nas folhas mais desenvolvidas, sob condições ambiente de

temperatura e umidade, utilizando fonte de luz artificial constante de $1.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, irradi\u00e2ncia ideal para fotoss\u00edntese de v\u00e1rias plantas por alcan\u00e7ar o ponto de satura\u00e7\u00e3o das mesmas. Foi realizado mensalmente um curso di\u00e1rio das vari\u00e1veis citadas, com leituras a cada hora das 6:00 \u00e0s 18:00 horas, utilizando-se a fonte de luz citada.

A fotoss\u00edntese (A) foi expressa em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, a condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s) em $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a transpira\u00e7\u00e3o (E) em $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

2.6 Crescimento e desenvolvimento

As vari\u00e1veis de altura da planta (AP), obtida por meio de uma r\u00e9gua graduada e di\u00e2metro do caule da planta (DC), utilizando um paqu\u00edmetro digital foram mensuradas mensalmente (dezembro de 2011 a novembro de 2012). A \u00e1rea foliar, obtida por meio de um integrador de \u00e1rea foliar (LI-3100C, LI-COR) e as mat\u00e9rias secas das folhas (MSF), caule (MSC) e ra\u00edzes (MSR) foram mensuradas ao final do experimento.

Para a determina\u00e7\u00e3o da mat\u00e9ria seca dos diversos \u00f3rg\u00e3os, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circula\u00e7\u00e3o for\u00e7ada de ar, a 70°C , at\u00e9 atingirem massa constante.

2.7 An\u00e1lise estat\u00edstica

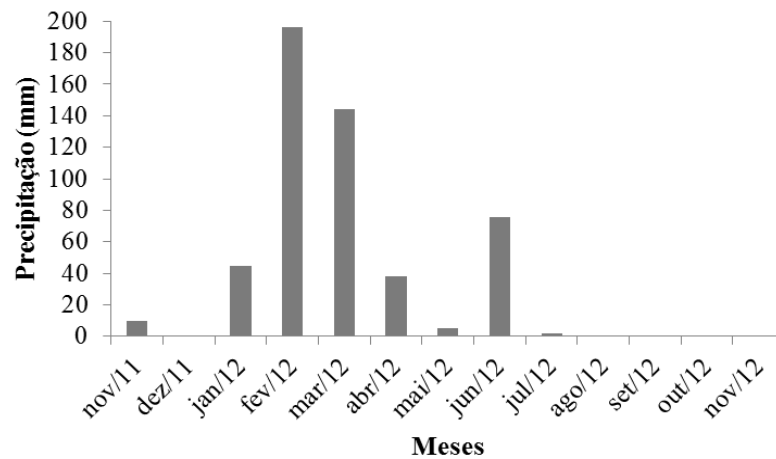
Os resultados foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo programa ASSISTAT 7.6 beta.

3 RESULTADOS E DISCUSS\u00c3O

3.1 Pluviometria e condutividade el\u00e9trica do solo (0-20 cm)

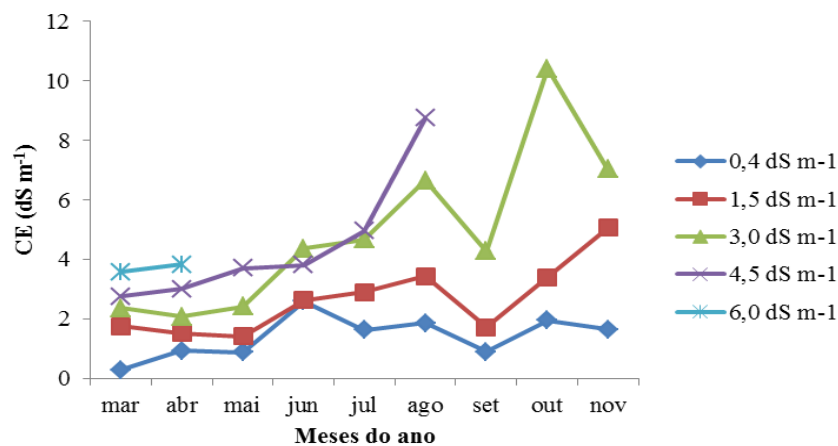
Durante a condução do experimento (dez/11 a nov/12) choveu aproximadamente 500 mm (Figura 2.3), abaixo da média histórica do município de Pacajus, que fica em torno de 950 mm (AGUIAR; BARRETO JUNIOR; LIMA, 2004).

Figura 2.3 – Precipitação observada durante os meses de novembro de 2011 a novembro de 2012, no município de Pacajus, CE.



Nos meses de março, abril e maio de 2012 (120, 150 e 180 dias após a aplicação dos tratamentos), a condutividade elétrica do solo (camada 0-20 cm) foi baixa em relação aos meses subsequentes (junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro de 2012) (Figura 2.4) devido ao menor tempo de exposição das plantas aos tratamentos aplicados, como também pelo fato de ter havido uma precipitação de aproximadamente 400 mm entre os meses de fevereiro a maio, lixiviando os sais das camadas mais superficiais do solo.

Figura 2.4 - Condutividade elétrica (CE) do solo dos containers cultivado com plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1}), de março a novembro de 2012, Pacajus – CE.

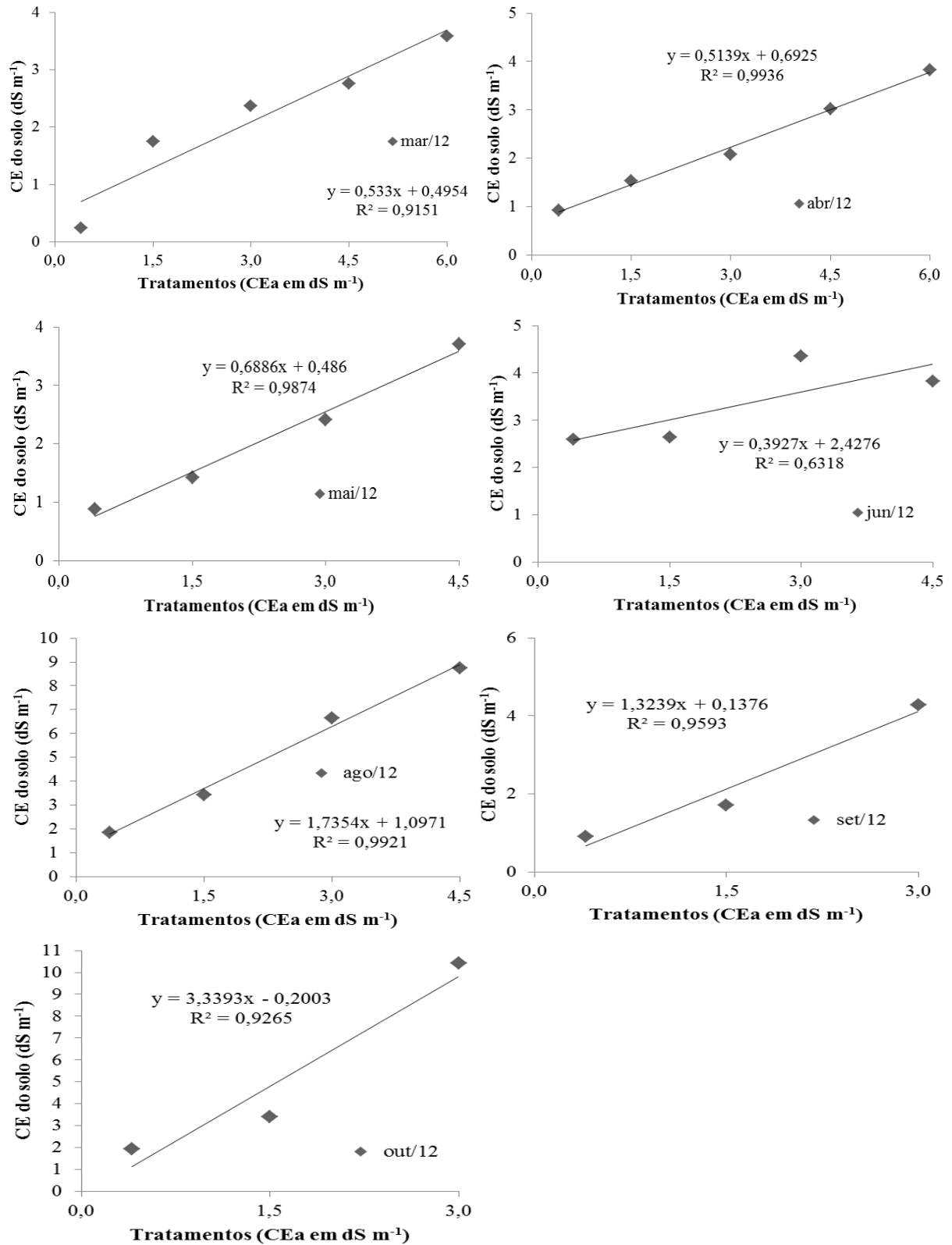


A condutividade elétrica do solo (CE) cultivado com os clones CCP 06 e BRS 265, na camada de 0-20 cm, foi afetada pela salinidade da água de irrigação (CEa) em todos os meses estudados (março a novembro de 2012). A Figura 2.5 apresenta os modelos de regressão aplicados (linear), que apresentaram coeficiente de determinação (R^2) maior que 0,90 para todos os meses, com exceção do mês de junho de 2012, que foi de 0,63.

No mês de março (120 dias após a aplicação dos sais), a CE do solo do tratamento controle (CEa de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$) foi de $0,71 \text{ dS m}^{-1}$, já no mês de novembro (360 dias após aplicação dos tratamentos), esse valor subiu para $2,09 \text{ dS m}^{-1}$, com um aumento de aproximadamente 195%. Já para a CE aplicada de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, a salinidade aumentou de $1,13 \text{ dS m}^{-1}$ para $9,81 \text{ dS m}^{-1}$ (meses de março e novembro, respectivamente), obtendo um incremento de quase 764% (Figura 2.4). Assim, se observa um aumento da salinidade do solo em função do tempo de exposição das plantas de cajueiro para todos os tratamentos.

Segundo Kovda *et al.* (1973), tendo em vista que a composição química do solo influencia os processos de troca durante o contato solo-água, a aplicação de água salina num solo sem problema de salinidade transforma-o em salino, porém o uso dessa mesma água pode reduzir o nível de salinidade de um solo salinizado, se a drenagem for adequada.

Figura 2.5 – Modelos de regressão linear derivados da análise entre a condutividade elétrica das águas de irrigação (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e a condutividade elétrica (CE) do solo cultivado com plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, nas camadas de 0-20 cm, nos meses de março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro e novembro de 2012 (120, 150, 180, 210 e 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação de sais). Pacajus – CE.



3.2 Trocas gasosas

No início de dezembro de 2011 (antes da aplicação dos tratamentos) as plantas não apresentaram diferença significativa em relação às variáveis de trocas gasosas, nem mesmo para os clones (Tabela 2.1). Esses resultados estão de acordo com o esperado, já que quando foi feita a medição dessas variáveis não havia ainda sido aplicados os tratamentos contendo os diferentes níveis de salinidade.

Tabela 2.1 – Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração (E), condutância estomática (g_s) e fotossíntese (A), de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) no mês de dezembro de 2011 (antes da aplicação dos sais). Pacajus - CE

F.V.	G.L.	Quadrado médio (dez/11)		
		E	g_s	A
Clone (C)	1	3,421 ns	0,022 ns	1,401 ns
Salinidade (S)	4	3,315 ns	0,020 ns	6,023 ns
SxC	4	0,474 ns	0,007 ns	0,489 ns
Resíduo	36	1,172	0,013	4,437
CV	(%)	19,76	47,94	19,74

Salinidade (dS m ⁻¹)	Médias		
	(mmol m ⁻² s ⁻¹)	(mol m ⁻² s ⁻¹)	(μmol m ⁻² s ⁻¹)
0,4	4,78	0,18	9,80
1,5	6,07	0,30	11,91
3,0	5,01	0,20	10,41
4,5	5,53	0,26	10,48
6,0	5,99	0,25	10,74

Clones	Médias		
	(mmol m ⁻² s ⁻¹)	(mol m ⁻² s ⁻¹)	(μmol m ⁻² s ⁻¹)
CCP 06	5,22	0,22	10,50
BRS 265	5,74	0,26	10,84

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

A análise de variância e teste de médias para as variáveis do mês de janeiro a março de 2012 estão na tabela abaixo (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração (E), condutância estomática (g_s) e fotossíntese (A), de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2012. Pacajus - CE

F.V.	G.L.	E			g_s			A		
		jan	fev	mar	jan	fev	mar	jan	fev	mar
Clone (C)	1	1,361 *	0,573 ns	0,316 ns	0,008 ns	0,003 ns	0,004 ns	16,154 ns	0,439 ns	0,001 ns
Salinidade (S)	4	1,389 **	1,054 *	0,066 ns	0,008 ns	0,005 **	0,001 ns	38,156 **	24,544 ns	3,027 ns
SxC	4	0,298 ns	0,759 *	0,236 ns	0,001 ns	0,003 ns	0,003 ns	3,720 ns	18,388 ns	15,396 ns
Resíduo	36	0,327	0,258	0,299	0,002	0,001	0,004	5,965	7,926	8,242
CV	(%)	28,29	34,51	30,23	48,46	47,2	45,74	29,22	49,36	32,92
		Médias			Médias			Médias		
Salinidade (dS m ⁻¹)		(mmol m ⁻² s ⁻¹)			(mol m ⁻² s ⁻¹)			(μmol m ⁻² s ⁻¹)		
0,4		2,40 ab	1,94 a	1,97	0,13	0,10 a	0,16	10,57 a	7,20 a	9,08
1,5		2,46 a	1,74 ab	1,78	0,13	0,09 ab	0,14	10,29 a	7,85 a	8,96
3,0		1,80 ab	1,13 b	1,74	0,08	0,05 b	0,14	7,75 ab	5,18 a	7,99
4,5		1,75 ab	1,42 ab	1,79	0,08	0,06 ab	0,16	6,65 b	4,49 a	9,41
6,0		1,71 b	1,13 b	1,77	0,08	0,04 b	0,13	6,53 b	3,78 a	8,15
Clones		(mmol m ⁻² s ⁻¹)			(mol m ⁻² s ⁻¹)			(μmol m ⁻² s ⁻¹)		
CCP 06		1,86 b	1,35	1,72	0,09	0,06	0,14	7,79	5,80	8,71
BRS 265		2,18 a	1,59	1,90	0,011	0,08	0,16	8,92	5,60	8,73

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

Em janeiro de 2012 (60 dias após a aplicação dos sais), foi observada diferença significativa entre os tratamentos aplicados em relação à transpiração (E) e à fotossíntese (A), não havendo interação entre os fatores estudados. No mês de fevereiro de 2012 (90 dias após aplicação dos sais) houve diferenças significativas em relação à transpiração (E) e à condutância estomática (g_s) entre os tratamentos aplicados, havendo interação entre os fatores estudados para a transpiração. Já para o mês de março de 2012 (120 dias após a aplicação dos sais), não houve diferença significativa em relação às variáveis de trocas gasosas entre os tratamentos aplicados e os clones estudados (Tabela 2.2).

Em janeiro, à medida que os níveis de salinidade dos tratamentos foram aumentados, houve redução nas trocas gasosas, especialmente na fotossíntese das plantas (Tabela 2.2), indicando a existência de limitações estomáticas para o processo de assimilação de carbono, não podendo, entretanto, descartar a possibilidade de efeitos não estomáticos, devido à toxicidade de íons e à redução do potencial hídrico nos níveis mais elevados de sais. O tratamento com aplicação de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ obteve a maior média para taxa fotossintética ($10,57 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) enquanto o tratamento com $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ apresentou a menor média ($6,53 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) para a mesma variável (Tabela 2.2). De acordo com Larcher (2000), quando os efeitos osmóticos e iônicos da salinidade excedem o nível de tolerância funcional da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias, sendo que a fotossíntese não é limitada somente pelo fechamento estomático, mas, também, pelo efeito do sal sobre os cloroplastos, em particular sobre o transporte eletrônico e sobre os processos secundários.

Nesse mesmo mês (janeiro), a taxa de transpiração do clone BRS 265 foi maior que a do CCP 06, mostrando que o primeiro clone transpirou mais (Tabela 2.2). Com relação aos tratamentos aplicados, houve um decréscimo da transpiração, em que o tratamento com $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ obteve a maior taxa de transpiração ($2,46 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e o tratamento com $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ apresentou a menor média ($1,71 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Em fevereiro, a condutância estomática e a transpiração foram afetadas pelos tratamentos salinos, havendo ainda interação significativa entre os níveis de salinidade e os clones para a transpiração (Tabela 2.2). A condutância estomática mostrou um decréscimo significativo quando se aumentou a CEa aplicada na água de irrigação. Os tratamentos com $0,4$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ obtiveram a maior ($0,10 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e menor média ($0,04 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), respectivamente.

Como para a transpiração houve interação entre os fatores, foi feito o desdobramento das médias dos clones dentro dos níveis de salinidade e vice e versa (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Desdobramento das médias de transpiração (E) em fevereiro de 2012, dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade dentro dos clones. Pacajus – CE.

Clones	E (mmol m ⁻² s ⁻¹) - fev/12				
	Salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,4	1,5	3	4,5	6
CCP 06	1,34 bA	1,85 aA	1,15 aA	1,17 aA	1,25 aA
BRS 265	2,54 aA	1,63 aAB	1,10 aB	1,67 aAB	1,02 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não difere estatisticamente na mesma linha e médias seguidas pela mesma letra minúscula não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Só houve diferença estatística de transpiração entre os níveis de salinidade para o clone BRS 265, em que o tratamento contendo 0,4 dS m⁻¹ obteve a maior média (2,54 mmol m⁻² s⁻¹) e o tratamento 6,0 dS m⁻¹ a menor média (1,02 mmol m⁻² s⁻¹). Já em relação aos clones CCP 06 e BRS 265, a diferença entre os mesmos só foi observada no tratamento 0,4 dS m⁻¹, com o BRS 265 apresentando maior valor (Tabela 2.3).

Em março de 2012, não houve diferenças significativas entres os tratamentos, bem como os clones para nenhum dos parâmetros de trocas gasosas avaliados (Tabela 2.2), o que pode ser explicado pela elevada precipitação no período (Figura 2.3), o que provocou uma redução da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (Figura 2.4).

Quando há aumento da salinidade, juntamente com o tempo de exposição das plantas a esses tratamentos, a tendência é que as trocas gasosas diminuam gradativamente, afetando o crescimento e desenvolvimento das plantas, podendo até acarretar na morte das mesmas. Logo, as plantas do tratamento 6,0 dS m⁻¹ foram sendo seriamente afetadas, chegando à morrerem (Figura 2.6), sendo esse tratamento eliminado no final de abril de 2012 (150 dias após a aplicação dos sais), pois havia menos de três repetições.

Figura 2.6 – Queima das folhas e morte de plantas de cajueiro-anão precoce causadas pela toxicidade dos sais aplicados na água de irrigação. Pacajus-CE.



Fonte: Autor

A análise de variância e o teste de médias das trocas gasosas dos meses de maio a agosto de 2012 são apresentados na Tabela 2.4, já sem as plantas do tratamento com CEa de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Para o mês de maio, houve diferença significativa apenas para a fotossíntese entre os tratamentos aplicados. No mês de junho de 2012 (210 dias após a aplicação dos tratamentos), diferenças significativas entre os tratamentos foram encontradas para transpiração e fotossíntese. Por sua vez, o mês de agosto apresentou uma diferenciação entre tratamentos para transpiração e condutância estomática, enquanto no mês de julho todos os parâmetros foram semelhantes. Adicionalmente, em nenhum dos meses citados havia diferenças significativas entre os clones para as três variáveis analisadas (Tabela 2.4).

A fotossíntese das plantas do tratamento com CEa de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram no mês de maio a maior taxa fotossintética ($8,78 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) enquanto que o tratamento com CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ apresentou a menor média ($5,41 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), sendo essa a única diferença entre as trocas gasosas dos diversos tratamentos (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração (E), condutância estomática (g_s) e fotossíntese (A), de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0 e 4,5 dS m⁻¹) nos meses maio, junho, julho e agosto de 2012. Pacajus - CE

F.V.	G.L.	E				G_s				A								
		mai	G.L.	jun	jul	ago	G.L.	mai	G.L.	jun	jul	ago	G.L.	mai	G.L.	jun	jul	ago
Clone (C)	1	0,169 ns	1	0,004 ns	0,180 ns	0,019 ns	1	0,001 ns	1	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	1	0,012 ns	1	0,540 ns	6,293 ns	3,031 ns
Salinidade (S)	3	0,308 ns	3	0,348 *	0,241 ns	3,184 **	3	0,002 ns	3	0,003 ns	0,002 ns	0,002 **	3	15,827 *	3	16,039 *	8,518 ns	5,701 ns
SxC	3	0,262 ns	3	0,195 ns	0,692 ns	0,363 ns	3	0,002 ns	3	0,002 ns	0,001 ns	0,001 ns	3	3,282 ns	3	4,938 ns	6,494 ns	0,640 ns
Resíduo	21	0,149	14	0,091	0,291	0,377	21	0,001	14	0,001	0,002	0,001	21	5,111	14	4,977	5,28	3,527
CV	(%)	24,47		18,87	35,06	19,08		34,85		32,17	55,95	25,40		32,01		29,77	37,57	32,00
		Médias				Médias				Médias								
Salinidade (dS m ⁻¹)		(mmol m ⁻² s ⁻¹)				(mol m ⁻² s ⁻¹)				(μmol m ⁻² s ⁻¹)								
0,4		1,83		1,92 a	1,49	4,16 a		0,11		0,13	0,07	0,11 a		8,78 a		9,34 a	6,61	5,71
1,5		1,48		1,43 ab	1,67	3,33 ab		0,09		0,09	0,08	0,08 ab		6,65 ab		7,33 ab	6,78	6,53
3,0		1,38		1,39 b	1,71	2,93 b		0,07		0,08	0,10	0,07 b		7,40 ab		7,91 ab	6,74	4,55
4,5		1,62		1,61 ab	1,27	2,44 b		0,08		0,09	0,05	0,06 b		5,41 b		5,39 b	4,33	6,68
Clones		(mmol m ⁻² s ⁻¹)				(mol m ⁻² s ⁻¹)				(μmol m ⁻² s ⁻¹)								
CCP 06		1,51		1,58	1,62	3,24		0,09		0,09	0,08	0,08		7,08		7,64	6,62	6,22
BRS 265		1,65		1,60	1,45	3,19		0,10		0,10	0,07	0,07		7,04		7,34	5,60	5,51

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para o mês de junho (210 dias após o início da aplicação dos tratamentos), a transpiração diferiu significativamente entre os níveis de salinidade, em que o tratamento com CEa de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ obteve a maior e o tratamento com CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ a menor média (respectivamente $1,92$ e $1,39 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Em relação à fotossíntese, o comportamento foi similar ao da variável anterior (transpiração), em que a maior média foi de $9,34 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a concentração salina de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ e a menor média foi de $5,39 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para o tratamento de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 2.4).

No mês de julho, todas as variáveis foram semelhantes tanto entre os tratamentos como entre os clones, isso pode ter acontecido pelo coeficiente de variação das variáveis nesse mês ter alcançado valores muito altos em relação aos outros meses. Segundo Filho Cargnelutti e Storck (2007), quanto menor a estimativa do coeficiente de variação, maior será a precisão do experimento e vice-versa, e, quanto maior a precisão, maior a qualidade experimental e menores diferenças entre estimativas de médias serão significativas. Segundo Pimentel Gomes (2000), em experimentos de campo, os coeficientes de variação são classificados como: $\text{CV} < 10\%$ (baixo), $10\% < \text{CV} < 20\%$ (médio), $20\% < \text{CV} < 30\%$ (alto) e $\text{CV} > 30\%$ (muito alto), considerados experimentos de alta, boa, baixa e péssima precisão, respectivamente. O inconveniente dessa classificação é de não levar em consideração a cultura estudada, a variável em estudo, o número de repetições e as condições edafoclimáticas do estudo.

Em agosto (270 dias após a aplicação dos tratamentos), a transpiração diferiu significativamente entre os níveis de salinidade, com o tratamento de CEa de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ obtendo a maior média ($4,16 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e os tratamentos com CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ as menores de ($2,93$ e $2,44 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente). A condutância estomática apresentou praticamente o mesmo comportamento da variável anterior (transpiração), em que a maior média foi de $0,11 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a concentração salina de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 2.4).

O aumento no tempo de exposição das plantas à salinidade provocou uma elevação da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (Figura 2.4), acarretando na morte das plantas do tratamento de CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2.7), sendo esse tratamento eliminado no final de agosto de 2012, pois havia menos de três repetições.

Figura 2.7 – Plantas mortas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, no mês de setembro de 2012. Pacajus – CE.



Fonte: Autor

No mês de setembro (300 dias após a aplicação dos sais), em que o tratamento contendo $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ aplicado via água de irrigação já tinha sido eliminado, e nos meses de outubro e novembro (330 e 360 dias após o início da aplicação dos sais), os tratamentos remanescentes não apresentaram diferenças significativas, da mesma forma que não houve alteração entre os clones (Tabela 2.5). Isso pode ter acontecido devido os níveis de salinidade aplicados na água de irrigação só irem até $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, mesmo a condutividade elétrica do solo nos meses de setembro, outubro e novembro tendo alcançado valores de 4,10, 9,80 e $7,30 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente

Tabela 2.5 – Análise de variância e teste de médias para as variáveis de trocas gasosas: transpiração (E), condutância estomática (g_s) e fotossíntese (A), de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5 e 3,0 dS m⁻¹) nos meses setembro, outubro e novembro de 2012. Pacajus – CE.

F.V.	G.L.	E			g_s			A					
		set	out	nov	Set	out	nov	set	out	nov			
Clone (C)	1	0,248 ns	0,297 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	3,866 ns	1,728 ns	0,011 ns
Salinidade (S)	2	0,052 ns	0,747 ns	1,022 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,146 ns	3,802 ns	8,413 ns
SxC	2	0,262 ns	0,404 ns	0,513 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,001 ns	4,118 ns	7,922 ns	3,948 ns
Resíduo	20	0,214	0,672	0,381	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	5,143	5,246	6,057
CV	(%)	33,63	38,82	26,70	45,99	52,03	39,47	33,80	38,99	40,90			
		Médias			Médias			Médias					
Salinidade (dS m ⁻¹)		(mmol m ⁻² s ⁻¹)			(mol m ⁻² s ⁻¹)			(μmol m ⁻² s ⁻¹)					
0,4		1,35	2,03	2,24	0,06	0,07	0,07	6,59	6,56	6,72			
1,5		1,46	2,45	2,70	0,07	0,09	0,08	6,82	5,88	6,49			
3,0		1,32	1,85	2,00	0,06	0,07	0,06	6,72	5,18	4,84			
Clones		(mmol m ⁻² s ⁻¹)			(mol m ⁻² s ⁻¹)			(μmol m ⁻² s ⁻¹)					
CCP 06		1,46	2,00	2,32	0,07	0,07	0,06	7,07	5,60	6,04			
BRS 265		1,28	2,22	2,30	0,06	0,08	0,07	6,35	6,14	5,99			

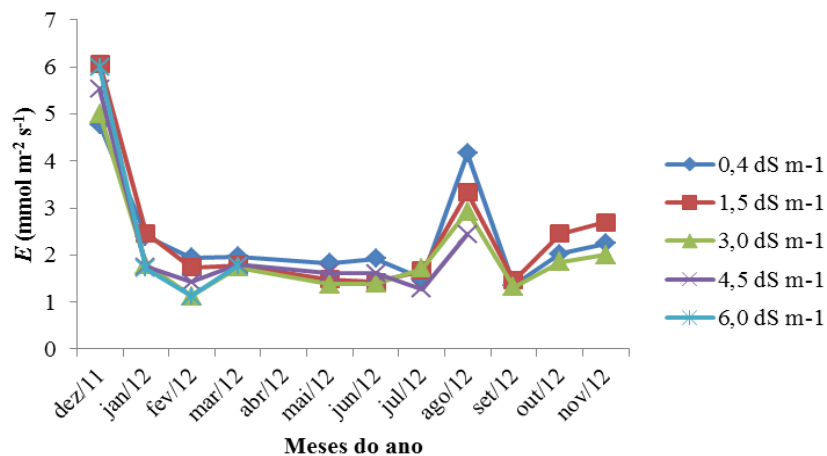
*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

O nível de salinidade limite (CEa) para produção de cajueiro-anão precoce nas condições estudadas (containers) com 360 dias de exposição aos sais, foi de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, o que resultou numa condutividade elétrica do extrato de saturação do solo máxima de $7,3 \text{ dS m}^{-1}$.

Em suma, não houve diferença significativa entres os clones estudados (CCP 06 e BRS 265) em relação às variáveis de trocas gasosas para o cajueiro-anão precoce ao longo do ano. Já em relação aos tratamentos, houve diferença significativa para alguns meses, mas essa divergência entre os níveis de salinidade vai depender do tempo de exposição das plantas em relação à quantidade de sal aplicada. Segundo Blanco (2004), o acúmulo de sais no solo em cultivos em vasos é bastante comum em virtude, principalmente, das altas doses de fertilizantes aplicadas, da falta de lixiviação dos sais acumulados após um cultivo e da utilização de águas provenientes de poços.

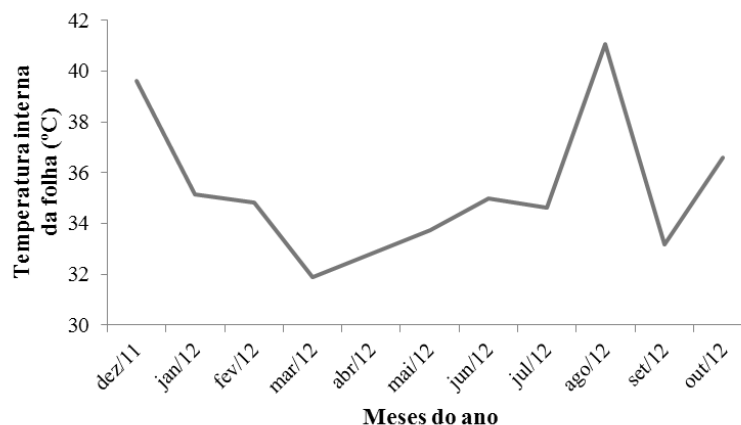
A transpiração das plantas, independente do nível de salinidade aplicado foi mais elevada no mês de dezembro de 2011, com um segundo pico em agosto de 2012, embora com valores menores que os de dezembro (Figura 2.8).

Figura 2.8 - Transpiração (E) ao longo do ano de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de $0,4, 1,5, 3,0, 4,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$). Pacajus – CE.



Em dezembro de 2011, a aplicação dos tratamentos tinha sido recentemente iniciada. Além disso, a temperatura média das folhas ficou em torno de 40°C , fato repetido em agosto de 2012 (Figura 2.9), mostrando forte correlação entre o aumento da temperatura foliar e a taxa transpiratória, o que poderia explicar a necessidade das plantas transportarem uma maior quantidade de água para manter a homeostase térmica.

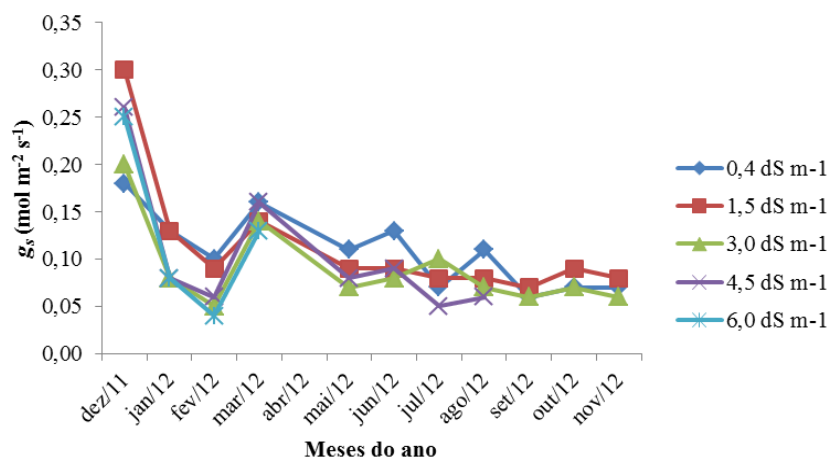
Figura 2.9 – Temperatura média das folhas de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e medidas ao longo do ano. Pacajus – CE.



A transpiração foliar depende de dois fatores principais: diferença de concentração de vapor entre os espaços intercelulares das folhas e a massa atmosférica externa e a resistência à difusão desta rota (resistência estomática) (TAIZ; ZEIGER, 2013). Visto que o conteúdo de saturação de vapor d'água do ar aumenta exponencialmente com a temperatura, a temperatura foliar tem um impacto marcante sobre as taxas transpiratórias.

Resultados semelhantes para o mês de dezembro de 2011 foram obtidos para g_s , que apresentou o maior valor dessa variável para os tratamentos estudados (0,20 a 0,35 $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-2}$), seguido de menores valores ao longo dos outros meses (Figura 2.10).

Figura 2.10 – Condutância estomática (g_s) ao longo do ano de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m^{-1}). Pacajus – CE.



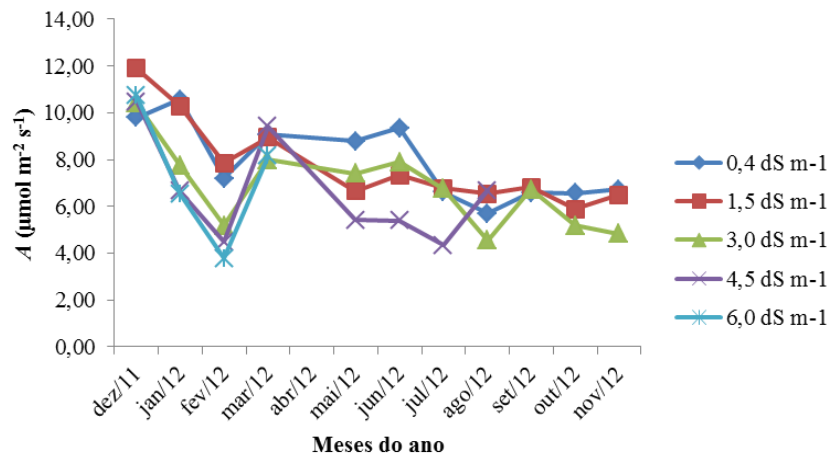
Houve ainda um pico no mês de março de 2012, explicado pelas precipitações ocorridas durante os meses de fevereiro e março. Esses valores não aumentaram no mês de

fevereiro porque até o dia da medição havia chovido apenas 2,4 mm, do total de 196,2 mm do mês em questão. No mês de março, antes do dia da medição, já havia precipitado 113,6 mm de um total de 144,0 mm de pluviometria, fazendo com que, conseqüentemente, houvesse mais água no solo e maior abertura estomática (Figura 2.10).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), a condutância estomática mais alta acentua o resfriamento foliar e reduz o hiato entre a temperatura do ar, que pode superar 40°C, e as temperaturas ótimas para a fotossíntese foliar, que se situam habitualmente abaixo de 30°C.

Similar ao acontecido para as duas variáveis citadas, a fotossíntese foi maior no mês de dezembro de 2011, sendo lentamente reduzida a partir do mês de março, chegando ao mês de novembro de 2012 a valores de 4,8 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$, não diferindo significativamente aos tratamentos com CEa de 0,4 e 1,5 dS m^{-1} (Figura 2.11).

Figura 2.11 – Fotossíntese (A) ao longo do ano de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m^{-1}). Pacajus – CE.



3.2.1 Cursos diários de transpiração

A transpiração das folhas foi maior nas horas mais quentes do dia, por volta de 12:00 as 13:00 horas, enquanto os menores valores foram observados no começo da manhã (7:00 horas) e final da tarde (16:00 as 17:00 horas) (Figuras 2.12 e 2.13). Nesses horários, mesmo usando uma fonte de 1000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, como a radiação solar diminui, conseqüentemente as temperaturas do ambiente e foliar tamb\u00e9m se reduzem, fazendo com que a planta transpire menos.

Figura 2.12 – Cursos diários de transpiração (E) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 3,0 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de fevereiro (A), março (B), maio (C), junho (D), julho (E), agosto (F), setembro (G), outubro (H) e novembro (I) de 2012 (90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.

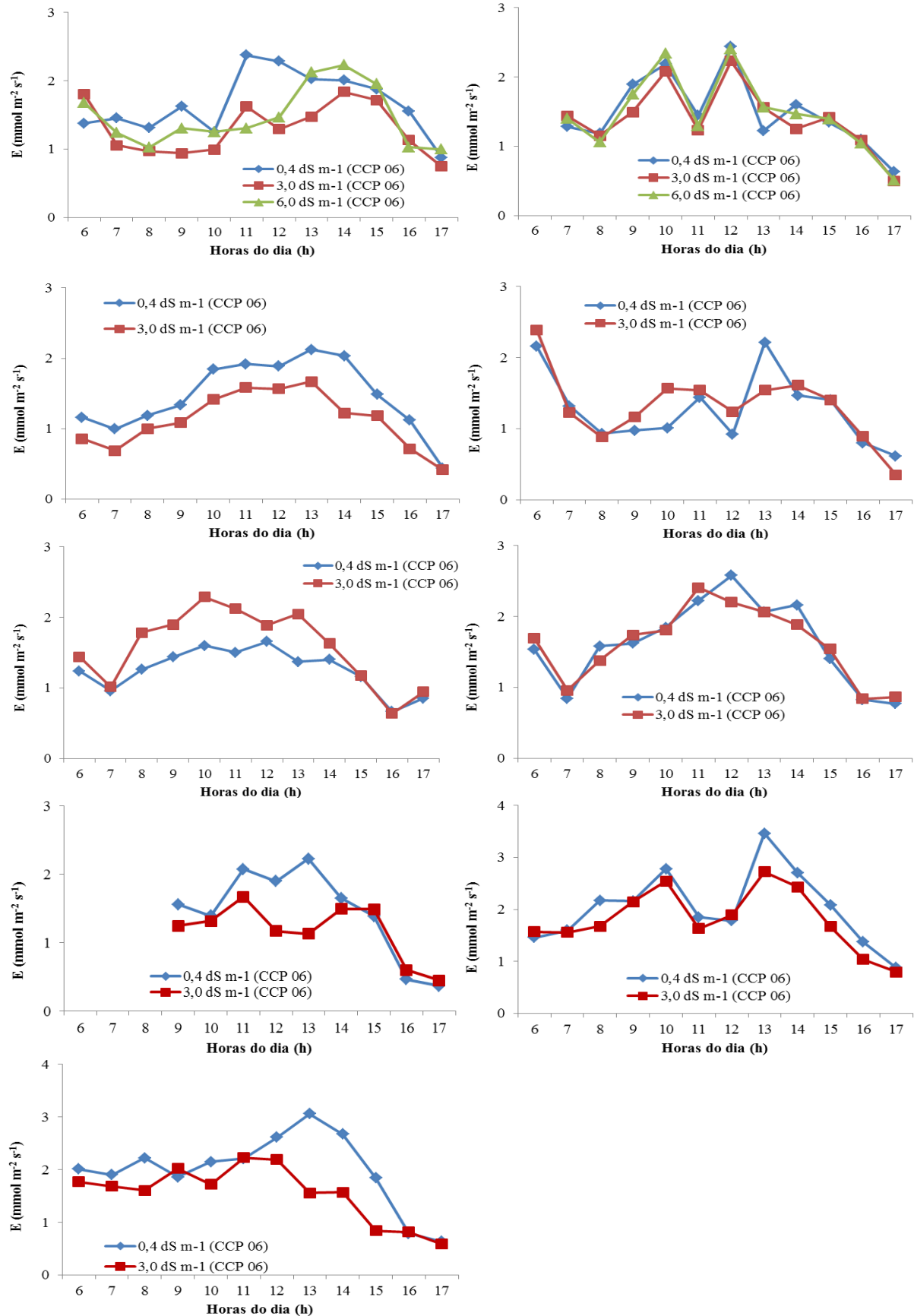
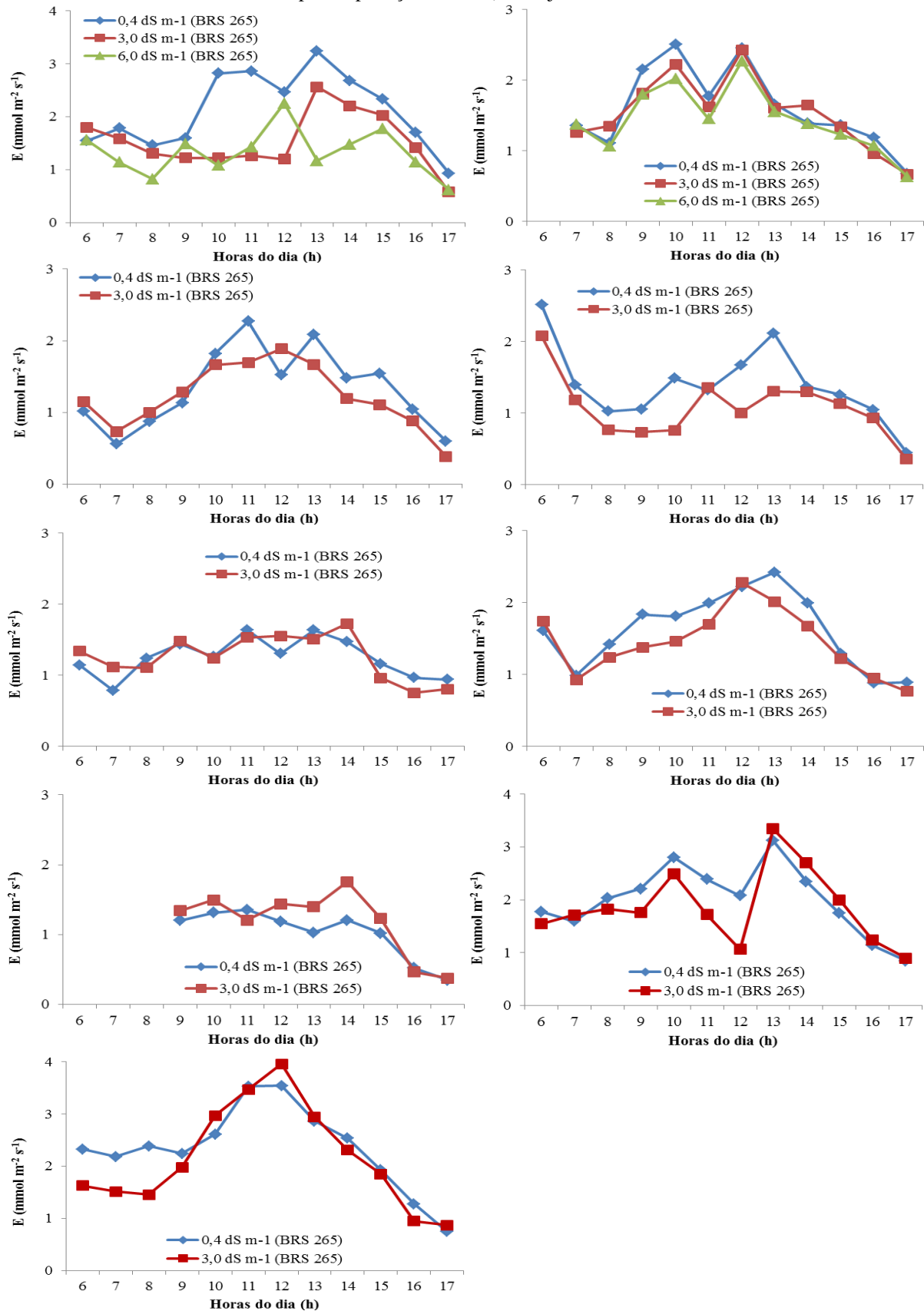


Figura 2.13 – Cursos diários de transpiração (E) de plantas do clone BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 3,0 e 6,0 dS m^{-1}), nos meses de fevereiro (A), março (B), maio (C), junho (D), julho (E), agosto (F), setembro (G), outubro (H) e novembro (I) de 2012 (90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.



Esses resultados corroboram com os de Oliveira *et al.* (2005) e Silva *et al.* (2010), que observaram em plantas de feijão irrigadas adequadamente, maiores taxas de transpiração ao meio dia.

Na maioria dos meses em que foi realizado o curso diário, o tratamento testemunha (CEa de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$) apresentou os maiores valores de transpiração (Figuras 2.12 e 2.13). Nos tratamentos com CEa de $3,0$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ os valores foram menores, devido provavelmente a uma toxidez dos íons nas plantas submetidas a estes níveis de salinidade ou em função da diminuição do potencial osmótico e potencial hídrico do solo.

3.2.2 Cursos diários de condutância estomática

As plantas sob estresse salino dos dois clones apresentaram padrões de resposta semelhantes aos das plantas controle, com os maiores valores de condutância estomática ocorrendo nas primeiras horas da manhã (Figuras 2.14 e 2.15).

Os picos que ocorreram durante o horário de 12:00h em alguns meses, como por exemplo, no mês de março de 2012 para os dois clones (Figuras 2.14B e 2.15B), vão de encontro à conhecida depressão ao meio dia, fenômeno explicado por Ferreira (1992) como o fechamento estomático induzido pelo aumento de CO_2 interno, decorrente da predominância da atividade respiratória em relação à fotossintética, ocasionada pelo aumento de temperatura foliar. Esse comportamento evitaria a ocorrência de danos nos sistemas metabólicos, ajustando-se ao déficit de umidade na planta.

Esses aumentos ao meio-dia provavelmente foram decorrentes do fato da irrigação ter que ser realizada ao meio-dia, para que o potencial hídrico da planta fosse aumentado e o curso diário não fosse prejudicado, uma vez que os valores de condutância estomática estavam muito baixos. Geralmente, o fechamento estomático contribui para uma menor redução do potencial hídrico na folha, fato que persiste até os estômatos reabrirem pelo alívio das condições internas nas folhas, após a diminuição da irradiação no meio da tarde (LARCHER, 1987).

De uma maneira geral, o estresse salino provocou redução na intensidade e duração da abertura estomática ao longo do dia nos últimos meses de exposição aos sais, podendo ter afetado também o processo de absorção de nutrientes (Figuras 2.14 e 2.15).

Figura 2.14 – Cursos diários de condutância estomática (g_s) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 3,0 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de fevereiro (A), março (B), maio (C), junho (D), julho (E), agosto (F), setembro (G), outubro (H) e novembro (I) de 2012 (90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.

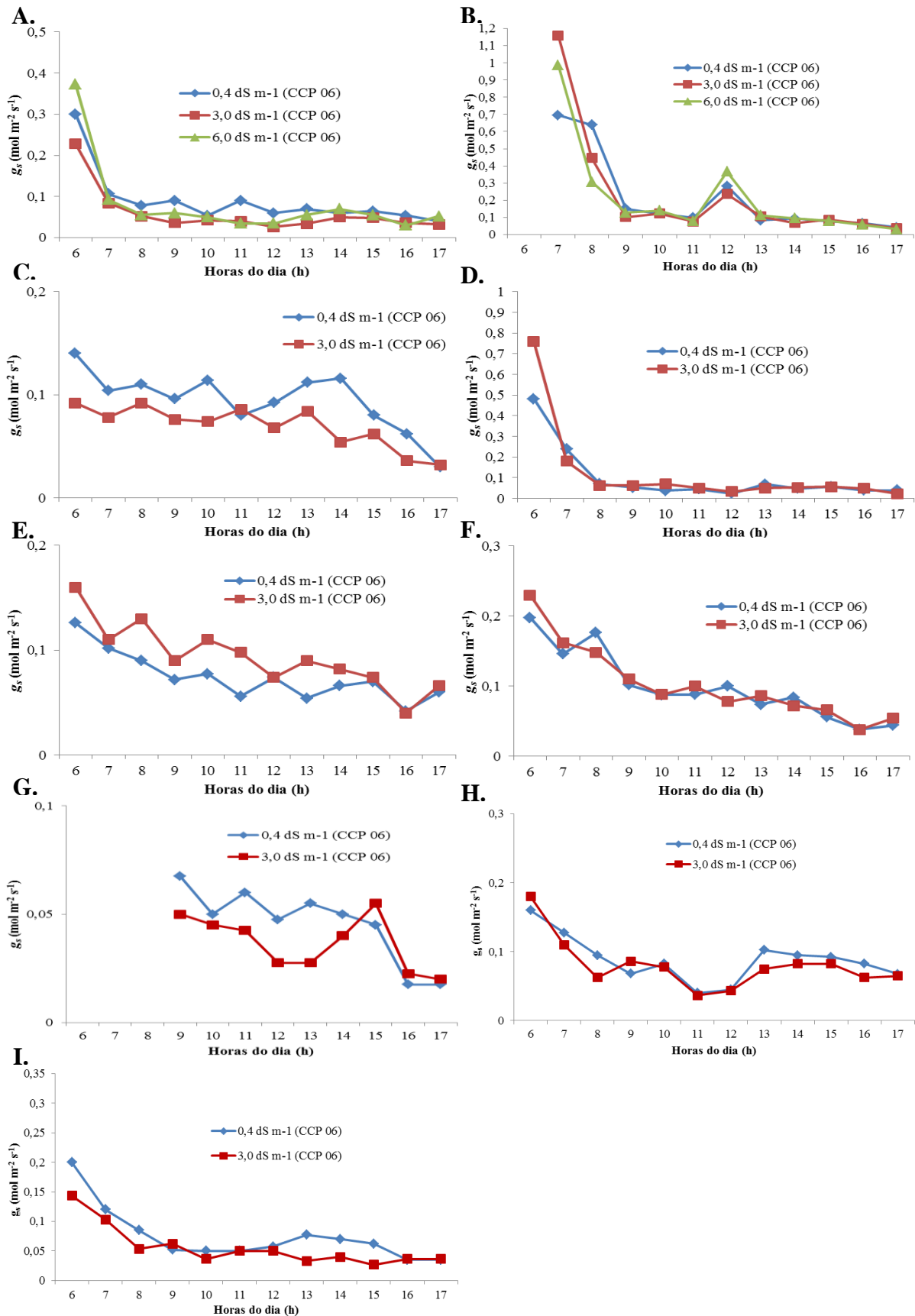
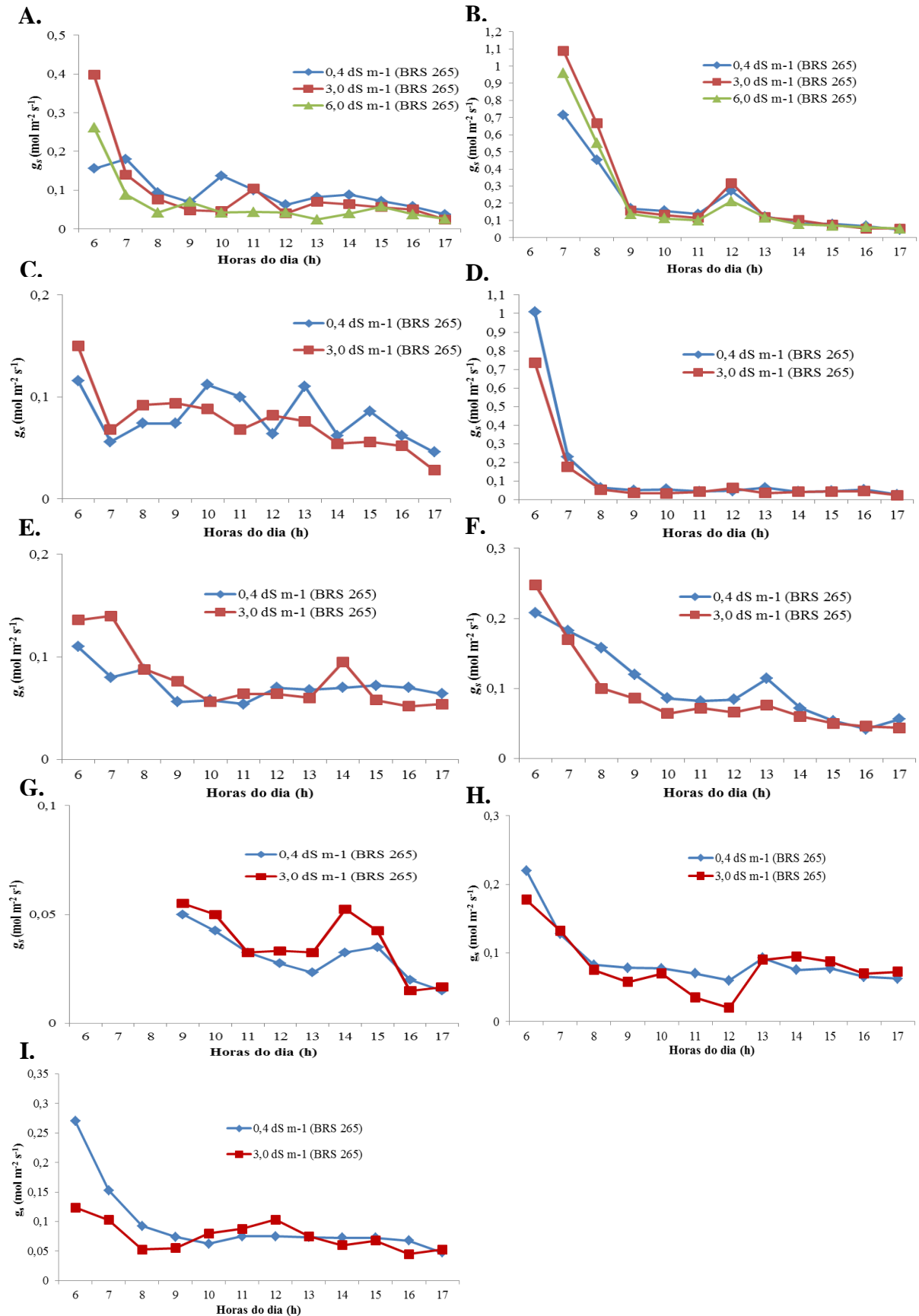


Figura 2.15 – Cursos diários de condutância estomática (g_s) de plantas do clone BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 3,0 e 6,0 dS m^{-1}), nos meses de fevereiro (A), março (B), maio (C), junho (D), julho (E), agosto (F), setembro (G), outubro (H) e novembro (I) de 2012 (90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.



3.2.3 Cursos diários de fotossíntese

De maneira geral, as maiores taxas fotossintéticas foram obtidas no período da manhã (7:00 as 10:00 horas), com um decréscimo a partir das 11:00h (Figuras 2.16 e 2.17). Essa redução na fotossíntese coincide com os horários em que houve diminuição da condutância estomática. Assim, a maior resistência estomática nos períodos mais quentes do dia acarretou numa diminuição da entrada de CO_2 nas folhas, o que conseqüentemente influenciou na fotossíntese da planta. Não houve diferença de comportamento para a fotossíntese entre os clones CCP 06 e BRS 265.

Em condições ideais de luz e suprimento de água, a demanda por CO_2 dentro da folha é elevada e os estômatos se abrem amplamente, diminuindo a resistência estomática à difusão do CO_2 . Logo, a perda de água por transpiração é substancial nessas condições, mas uma vez que o suprimento hídrico é abundante, é vantajoso para a planta intercambiar a água por produtos da fotossíntese, essenciais para o crescimento e reprodução (TAIZ; ZEIGER, 2013). Por outro lado, se há uma toxidez de íons nas plantas, em que elas não conseguem mais compartimentalizar os sais nos vacúolos, a fotossíntese é afetada, devido à diminuição do potencial hídrico, causando redução da abertura estomática e estresse hídrico nas plantas.

Para o clone CCP 06, com exceção dos meses de julho e agosto, a salinidade provocou redução da taxa fotossintética em grande parte do dia (Figura 2.16). Já para o clone BRS 265, essa redução só foi observada em metade dos meses analisados (Figura 2.17).

Figura 2.16 – Cursos diários de fotossíntese (A) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 3,0 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de fevereiro (A), março (B), maio (C), junho (D), julho (E), agosto (F), setembro (G), outubro (H) e novembro (I) de 2012 (90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.

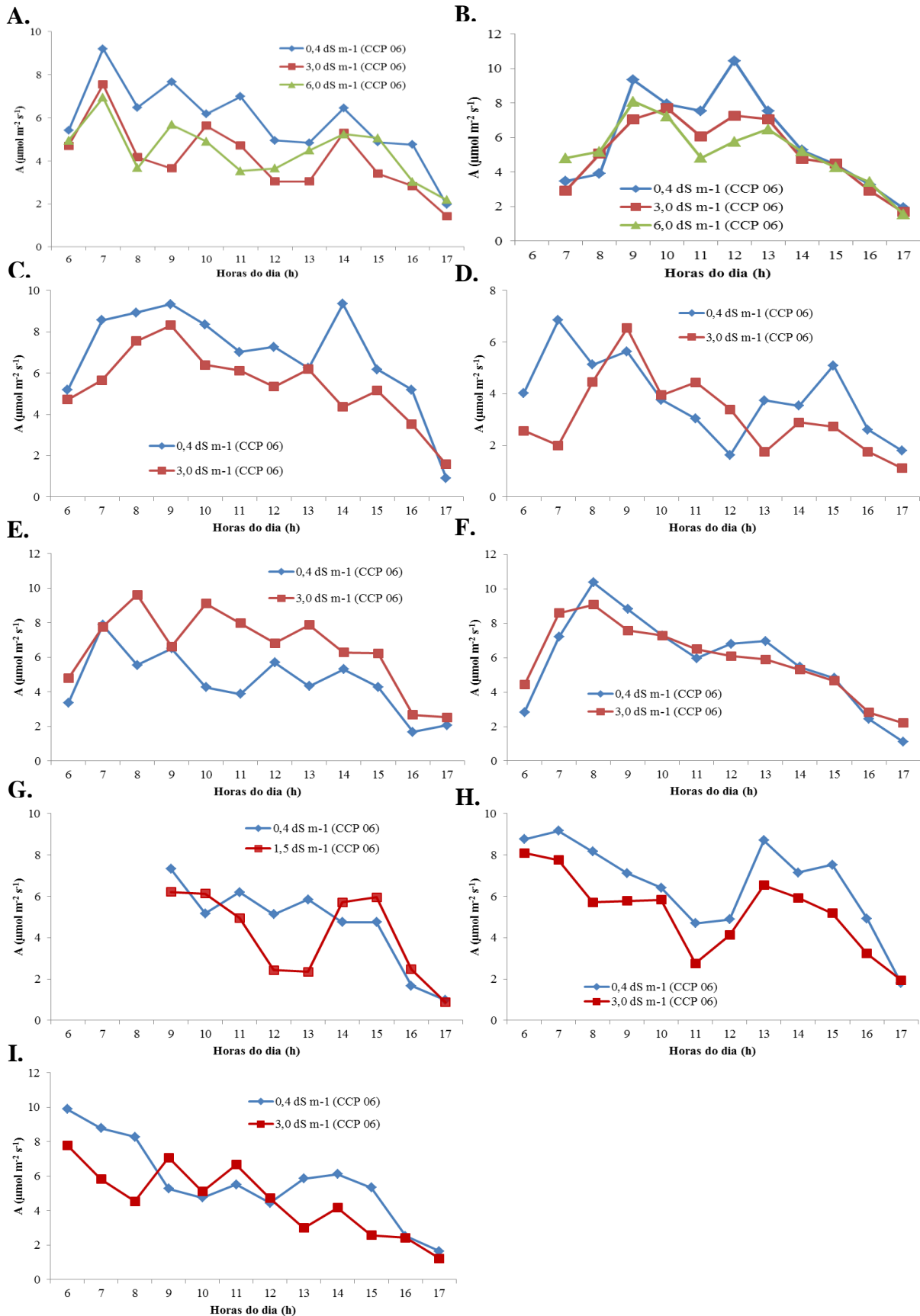
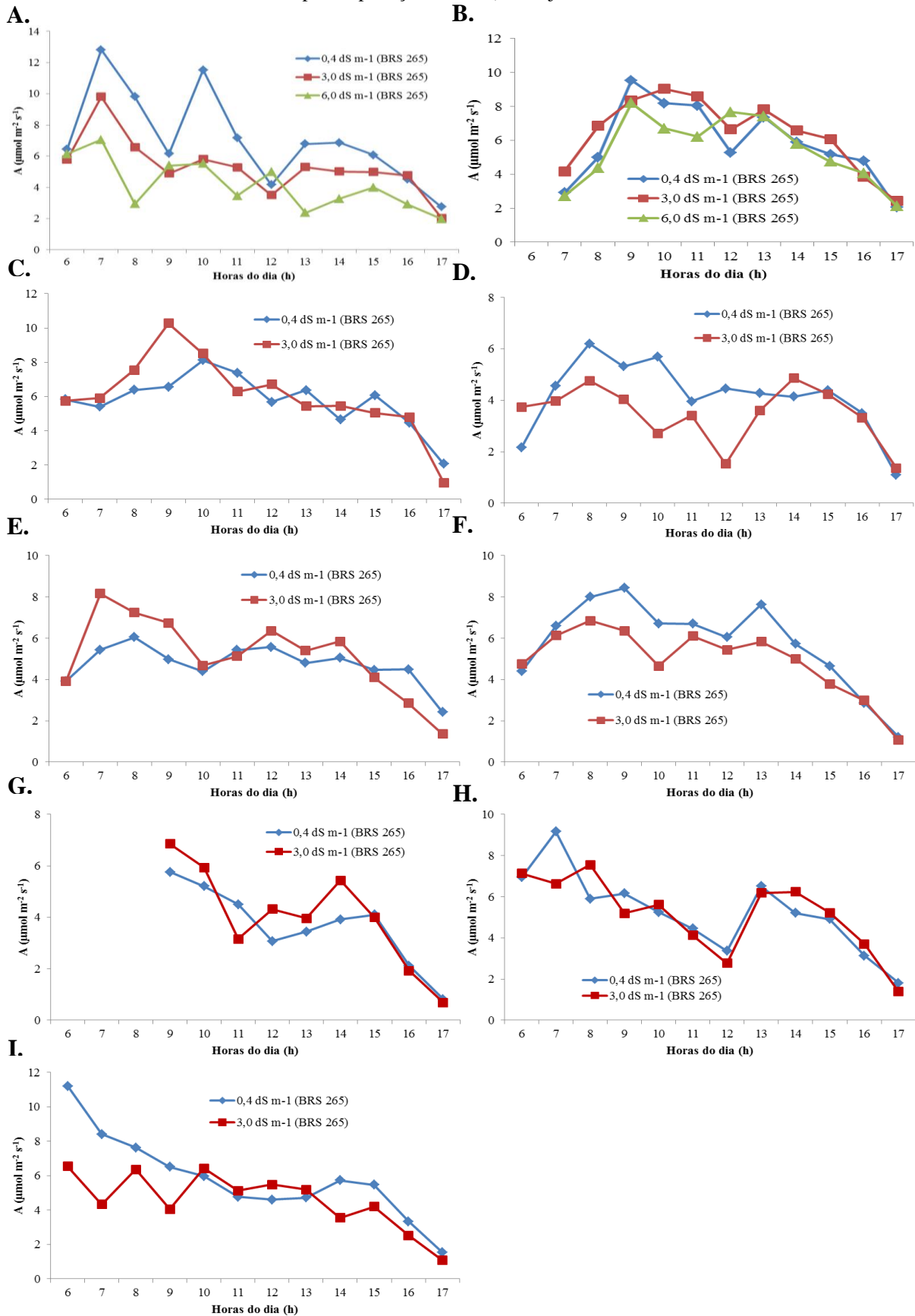


Figura 2.17 – Cursos diários de fotossíntese (A) de plantas do clone BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 3,0 e 6,0 dS m^{-1}), nos meses de fevereiro (A), março (B), maio (C), junho (D), julho (E), agosto (F), setembro (G), outubro (H) e novembro (I) de 2012 (90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.



3.3 Solutos inorgânicos nas folhas

Os tratamentos aplicados provocaram diferenças significativas para os teores foliares de cloreto (ClF) e sódio (NaF), não havendo diferença estatística entre os clones CCP 06 e BRS 265 (Tabela 2.6). Os teores de sódio e cloreto foliares praticamente dobraram do tratamento com CEa de 0,4 para o de 1,5 dS m⁻¹, sem aumento significativo desse para o de 3,0 dS m⁻¹ (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 - Análise de variância para os teores de cloreto (ClF) e sódio (NaF) em folhas de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5 e 3,0 dS m⁻¹), no mês de novembro de 2012 (360 dias após a aplicação de tratamentos). Pacajus – CE.

Quadrados médios (nov/12)			
FV	G.L.	ClF	NaF
Clone	1	1,905 ns	1,170 ns
Salinidade	2	37,982 **	58,490 **
CxS	2	0,844 ns	0,733 ns
Resíduo	18	1,091	2,881
CV(%)		14,71	19,10
Médias			
Salinidade (dS m ⁻¹)	(mg g ⁻¹ MS)		
0,4		4,61 b	5,77 b
1,5		8,04 a	10,61 a
3,0		8,66 a	10,27 a
Clones	(mg g ⁻¹ MS)		
CCP 06		6,82	8,66
BRS 265		7,38	9,11

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

Segundo Dias e Blanco (2010), a sensibilidade das culturas ao cloreto é bastante variável como, por exemplo, as frutíferas, que começam a mostrar sintomas de danos a concentrações acima de 0,3% de cloreto, em base de peso seco, enquanto que as espécies tolerantes podem acumular até 4,0% a 5,0% de cloreto sem manifestar qualquer sintoma de toxicidade. Ainda segundo esses autores, para o sódio, nas culturas arbóreas, os níveis tóxicos nas folhas se encontram em concentrações acima de 0,25% a 0,50% de sódio, em base de peso seco.

Aqui, os valores em porcentagem de ClF e NaF foram de 0,46% e 0,58% para a CEa de 0,4 dS m⁻¹, 0,80% e 1,06% para a CEa de 1,5 dS m⁻¹ e 0,87% e 1,03% para a CEa de

3,0 dS m⁻¹, respectivamente. Segundo Silva *et al.* (2003), o acúmulo diferencial de íons potencialmente tóxicos (Na⁺ e Cl⁻) nas folhas é uma característica que contribui para a tolerância à salinidade em plantas de sorgo submetidas ao estresse salino.

Segundo Munss e Tester (2008), concentrações salinas elevadas fora das células podem resultar em estresse osmótico. Uma vez no citosol, entretanto, certos íons atuam especificamente, isoladamente ou combinados, perturbando o status nutricional da planta. Esses efeitos iônicos podem afetar toda a planta, porque os íons se deslocam para a parte aérea na corrente transpiratória. As concentrações altas de sais no citosol causam desnaturação de proteínas e desestabilização de membranas, causando efeitos diretos de toxicidade. Nessas condições, a salinidade pode induzir problemas sérios no transporte de água e de nutrientes minerais, acarretando “seca por salinidade” e desbalanço nutricional, especialmente na relação Na⁺/K⁺ no citosol (TAIZ; ZEIGER, 2013).

3.4 Crescimento e desenvolvimento

3.4.1 Altura e diâmetro do caule das plantas

A salinidade da água de irrigação influenciou as variáveis de crescimento: altura da planta (AP) e diâmetro do caule da planta (DC) nos meses de janeiro e fevereiro de 2012 (60 e 90 dias após a aplicação dos sais, respectivamente) (Tabela 2.7). Não houve diferença significativa entre os clones estudados, evidenciando que não houve um comportamento diferenciado entre os clones para tolerância a irrigação com água salina. No mês de março de 2012, a salinidade na água de irrigação influenciou a altura da planta e o diâmetro do caule.

Tabela 2.7 – Análise de variância do mês de janeiro a março de 2012 para as variáveis de crescimento: altura (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹).

F.V.	G.L.	AP				DC				
		jan	fev	G.L.	mar	G.L.	jan	fev	G.L.	mar
Clone (C)	1	8,820 ns	2,420 ns	1	42,025 ns	1	0,510 ns	3,618 ns	1	0,001 ns
Salinidade (S)	4	502,970 **	813,830 **	4	695,162 *	4	71,869 **	111,527 **	4	142,397 **
SxC	4	371,670 *	361,37 *	4	143,712 ns	4	13,906 ns	8,894 ns	4	19,795 ns
Resíduo	36	127,603	127,824	27	185,88	36	9,138	10,087	27	18,069
CV	(%)	16,81	20,54		20,18		17,76	16,68		18,54
		Médias				Médias				
Salinidade (dS m ⁻¹)		(cm)				(mm)				
0,4		72,90 a	71,70 ab		78,12 a		19,94 a	22,59 a		28,10 a
1,5		65,40 ab	62,40 abc		67,12 ab		16,87 ab	18,65 ab		23,71 abc
3,0		75,30 a	73,60 a		75,75 ab		19,46 a	21,90 a		25,43 ab
4,5		64,80 ab	57,30 bc		59,50 ab		15,01 b	17,69 bc		19,65 bc
6,0		57,50 b	52,70 c		57,37 b		13,83 b	14,36 c		17,74 c
Clones		(cm)				(mm)				
CCP 06		67,6	63,76		66,55		16,94	18,77		22,93
BRS 265		66,76	63,32		68,60		17,12	19,31		22,92

*,** : significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

Ainda nos meses de janeiro e fevereiro (60 e 90 dias após a aplicação dos sais), houve interação significativa entre os fatores estudados: clone (CCP 06 e BRS 265) e salinidade (0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) para AP (Tabela 2.7). Em função dessa interação, as médias de AP foram desdobradas para os tratamentos dentro dos clones e para os clones dentro dos tratamentos (Tabelas 2.8 e 2.9).

Tabela 2.8 – Desdobramento das médias da variável altura (AP) dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones no mês de janeiro de 2012.

Clones	AP (cm) - jan/12				
	Salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,4	1,5	3,0	4,5	6,0
CCP 06	67,00 aA	64,80 aA	74,40 aA	75,40 aA	56,40 aA
BRS 265	78,80 aA	66,00 aAB	76,20 aA	54,20 bB	58,60 aAB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não difere estatisticamente na mesma linha e médias seguidas pela mesma letra minúscula não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste Tukey (p<0,05).

Tabela 2.9 – Desdobramento das médias da variável altura (AP) dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones no mês de fevereiro de 2012.

Clones	AP (cm) - fev/12				
	Salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,4	1,5	3,0	4,5	6,0
CCP 06	65,00 aAB	61,60 aAB	73,40 aA	67,20 aAB	51,60 aB
BRS 265	78,40 aA	63,20 aABC	73,80 aAB	47,40 bC	53,80 aBC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não difere estatisticamente na mesma linha e médias seguidas pela mesma letra minúscula não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Para o mês de janeiro de 2012, o decréscimo no DC do tratamento contendo condutividade elétrica de 0,4 para o de 6,0 dS m⁻¹ foi de 30,6% (Tabela 2.8). Para a altura da planta, não houve diferença estatística para o clone CCP 06 entre os níveis de salinidade aplicados. Já em relação ao clone BRS 265, o nível de CEa de 0,4 dS m⁻¹ (78,8 cm) divergiu do tratamento de 4,5 dS m⁻¹ (54,2 cm). Na salinidade de 4,5 dS m⁻¹ houve diferença entre os clones estudados (Tabela 2.8).

Já em relação ao mês de fevereiro de 2012, para a AP, houve diferença estatística para o clone CCP 06 entre os níveis de salinidade de 3,0 e 6,0 dS m⁻¹ (73,4 e 51,6, respectivamente), em que as outras médias não diferiram significamente. Já em relação ao clone BRS 265, o nível de CEa de 0,4 dS m⁻¹ (78,4) divergiu dos tratamentos de 4,5 (47,4) e 6,0 dS m⁻¹ (53,8). Apenas na salinidade de 4,5 dS m⁻¹ houve diferença entre os clones estudados (Tabela 2.9).

Os resultados acima foram semelhante aos obtidos por Carneiro *et al.* (2002), que trabalhando com os clones de cajueiro-anão precoce CCP 06, CCP 09, CCP 1001, EMBRAPA 50 e EMBRAPA 51, obtiveram decréscimo para altura da planta e área foliar.

Em trabalho com cajueiro, Sousa (2011) encontrou que a salinidade da água de irrigação afetou negativamente o crescimento das plantas, sendo o efeito linear, com decréscimo relativo (comparado ao controle) para cada incremento unitário de CEa de 3,8, 1,01 e 3,2% respectivamente para altura, diâmetro e área foliar.

Segundo Freire (2011), o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,5 dS m⁻¹ para 4,5 dS m⁻¹ afetou negativamente a taxa de crescimento relativo em altura do maracujazeiro amarelo. Mendonça *et al.* (2007) também observaram queda no incremento do diâmetro de mudas de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus robusta* e *Eucalyptus camaldulensis* em função da condutividade elétrica do substrato.

No mês de março, a salinidade da água de irrigação afetou negativamente o crescimento das plantas, sendo o efeito quadrático, com decréscimo relativo (comparado ao

controle) em relação ao nível de salinidade com 6,0 dS m⁻¹ de 26,6% e 36,9% para AP e DC, respectivamente (Tabela 2.7).

A redução do crescimento das plantas devido à salinidade, segundo Munns (2002), pode ser devido a um provável efeito osmótico ou associado à toxidez de íons pela absorção excessiva de sódio e cloreto, e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes. A redução no crescimento causado pelo estresse salino pode também estar relacionada ao custo energético envolvido na síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos, necessários nos processos de compartimentação e na regulação do transporte de íons (MENDONÇA *et al.*, 2007).

No final do mês de abril, as plantas do tratamento de CEa de 6,0 dS m⁻¹ foram eliminadas, conforme já explicado. Assim para os meses de maio, junho, julho de 2012, não houve diferença significativa para AP e DC em relação aos tratamentos com CEa de 0,4; 1,5; 3,0 e 4,5 dS m⁻¹, não havendo diferença significativa também entre os clones estudados e nem na interação entre os fatores clone x salinidade (Tabela 2.10). Isso pode ser explicado pelo fato de que as plantas foram morrendo, diminuindo assim o número de repetições dentro dos tratamentos e, por conseguinte, aumentando o coeficiente de variação das variáveis estudadas.

Tabela 2.10 – Análise de variância dos meses de maio a julho de 2012 para as variáveis de crescimento: altura (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0 e 4,5 dS m⁻¹). Pacajus – CE.

F.V.	G.L.	AP			DC		
		mai	jun	jul	mai	jun	jul
Clone (C)	1	63,375 ns	135,375 ns	294,00 ns	11,971 ns	0,968 ns	3,744 ns
Salinidade (S)	3	683,152 ns	625,042 ns	391,389 ns	31,554 ns	51,241 ns	40,241 ns
SxC	3	124,819 ns	95,819 ns	217,444 ns	10,382 ns	19,808 ns	30,420 ns
Resíduo	14	280,095	267,994	325,875	17,901	24,577	24,114
CV	(%)	23,39	21,48	21,73	17,43	17,80	17,75
Médias							
Salinidade (dS m ⁻¹)		(cm)			(mm)		
0,4		81,00	86,66	94,16	26,20	30,81	30,07
1,5		65,17	71,66	77,17	23,95	27,31	27,40
3,0		80,17	82,33	84,00	25,77	29,26	29,06
4,5		59,83	64,16	77,00	21,16	24,04	24,16
Clones		(cm)			(mm)		
CCP 06		69,92	78,58	86,58	23,56	27,65	28,07
BRS 265		73,17	73,83	79,58	24,98	28,05	27,28

*,**: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quando há um aumento da salinidade, juntamente com o tempo de exposição das plantas a esses tratamentos, a tendência é que o crescimento das plantas seja afetado, acarretando na morte das mesmas. Devido a esses fatores, as plantas do tratamento $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ foram eliminadas, pois havia menos de três repetições de plantas no último nível de salinidade. No mês de agosto (270 dias após a aplicação dos sais), foi eliminado também as plantas do tratamento com CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, pelo mesmo motivo.

Dessa maneira, nos meses de agosto a novembro de 2012, não existiram diferenças significativas para as variáveis de crescimento (AP e DC) em relação aos tratamentos que permaneceram (CEa de 0,4, 1,5 e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$), bem como entre os clones (Tabela 2.11).

Os efeitos inibidores da salinidade no crescimento das plantas têm sido referenciados mais do ponto de vista da toxicidade de íons específicos, como Na^+ ou Cl^- do que da ação conjunta do complexo salino ou da mistura de sais nas funções dos sistemas enzimáticos e síntese protéica (WAHOME; JESCH; GRITTNER, 2001). Entretanto, esses efeitos podem ser, também, de natureza osmótica, com baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura e redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina, resultando em estresse hídrico e reduzindo a água disponível às plantas.

Tabela 2.11 – Análise de variância do mês de agosto a novembro de 2012 para as variáveis de crescimento: altura (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5 e 3,0 dS m⁻¹). Pacajus – CE.

F.V.	G.L.	AP					DC					
		ago	G.L.	set	out	nov	G.L.	ago	G.L.	set	out	nov
Clone (C)	1	2,133 ns	1	2,041 ns	140,166 ns	176,042 ns	1	7,086 ns	1	6,232 ns	0,663 ns	1,712 ns
Salinidade (S)	2	260,400 ns	2	193,500 ns	219,500 ns	306,542 ns	2	29,728 ns	2	28,326 ns	14,544 ns	4,395 ns
SxC	2	128,933 ns	2	138,166 ns	132,166 ns	220,792 ns	2	22,961 ns	2	23,670 ns	23,837 ns	29,411 ns
Resíduo	20	230,776	15	246,586	266,744	262,342	20	20,291	15	13,291	13,995	10,664
CV	(%)	18,17		19,78	19,98	20,13		15,56		13,05	12,82	11,09
		Médias					Médias					
Salinidade (dS m ⁻¹)		(cm)					(mm)					
0,4		88,80		83,87	87,50	87,50		30,79		28,88	30,24	29,76
1,5		78,60		74,12	77,25	75,88		27,37		25,77	27,67	28,59
3,0		83,40		80,12	80,5	78,00		28,70		29,15	29,66	29,96
Clones		(cm)					(mm)					
CCP 06		83,33		79,66	84,16	83,17		29,44		28,44	29,36	29,70
BRS 265		83,86		79,08	79,33	77,75		28,47		27,42	29,02	29,17

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

Em condições de estresse salino, registram-se inibição no alongamento celular, na abertura estomática, assimilação líquida de CO_2 , declínio da eficiência fotossintética e, conseqüentemente, no crescimento das plantas (LACERDA *et al.*, 2001; MUNNS, 2002; LACERDA *et al.*, 2003; FLOWERS, 2004; MUNNS; TESTER, 2008). Esse conjunto de adversidades compromete a atividade fisiológica, provocando perdas da capacidade de crescimento e desenvolvimento das plantas.

A altura e o diâmetro do caule das plantas ao longo do período experimental são apresentados nas Figuras 2.18 e 2.19.

Figura 2.18 – Altura das plantas (AP) dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m^{-1}) ao longo do período experimental. Pacajus – CE.

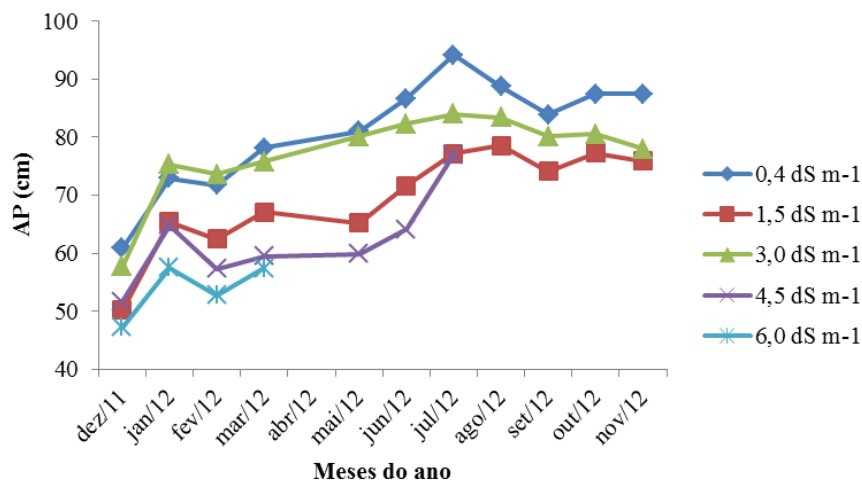
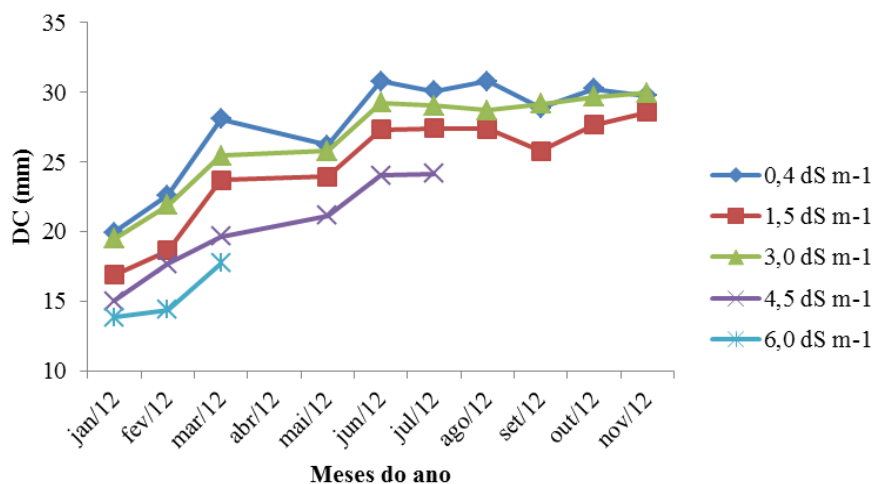


Figura 2.19 – Diâmetro do caule das plantas (DC) dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m^{-1}) ao longo do período experimental. Pacajus – CE.



O aumento dos níveis de sais na água de irrigação prejudicou o crescimento das plantas de cajueiro nos meses amostrados, especialmente de janeiro a março de 2012 (Figuras 2.18 e 2.19). Em julho, um incremento na altura da planta de 18% no tratamento com menor nível de sais ($0,4 \text{ dS m}^{-1}$), em relação ao maior nível naquele momento ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$), sugere que os sais provocaram efeitos osmóticos e/ou tóxicos, contribuindo para um mal funcionamento das plantas.

3.4.2 Área foliar e matéria seca das plantas

A área foliar (AF) e as matérias secas de todos os órgãos das plantas (MSF, MSC e MSR) foram afetadas pelos níveis de salinidade aplicados. Houve ainda interação significativa entre os fatores clone e salinidade para a MSC e MSR (Tabela 2.12).

Tabela 2.12 – Análise de variância das variáveis: área foliar (AF), matéria seca das folhas (MSF), dos caules (MSC) e das raízes (MSR) no mês de novembro (360 dias após a aplicação de tratamentos) de plantas dos clones CCP 06 e BRS 265 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5 e 3,0 dS m^{-1}). Pacajus – CE.

Quadrados médios (nov/12)					
F.V.	G.L.	AF	MSF	MSC	MSR
Clone (C)	1	19841140,388 ns	112,500 ns	161,460 ns	4194,06 ns
Salinidade (S)	2	32383181,087 *	3643,055 **	17414,194 **	25495,070 **
SxC	2	10518843,622 ns	179,167 ns	26566,374 **	7464,84 *
Resíduo	12	5214239,023	502,778	1345,536	1311,460
CV	(%)	31,07	32,68	12,93	26,71
Médias					
Salinidade (dS m^{-1})	(cm ²)		(g)		
0,4		9406,51 a	94,17 a	333,21 a	210,40 a
1,5		7815,04 ab	66,67 ab	226,35 b	90,96 b
3,0		4830,28 b	45,00 b	291,73 a	105,41 b
Clones	(cm ²)		(g)		
CCP 06		8400,51	71,11	280,77	120,32
BRS 265		6300,72	66,11	286,76	150,85

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com relação a área foliar, as plantas do tratamento controle ($0,4 \text{ dS m}^{-1}$) obtiveram uma média de $9406,51 \text{ cm}^2$, divergindo estatisticamente do tratamento com CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, que apresentou uma média de $4830,28 \text{ cm}^2$ (Tabela 2.12).

Esse comportamento também foi observado por Rebequi *et al.* (2009), trabalhando com limão cravo irrigado com águas salinas em substrato sem e com biofertilizantes bovinos. O mesmo comportamento foi observado para a MSF, com uma redução de cerca de 50% do tratamento controle ($0,4 \text{ dS m}^{-1}$) para o tratamento com CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Nas glicófitas, a diminuição da área foliar é uma das respostas iniciais ao estresse osmótico resultante da salinidade, visando a redução da perda de água por transpiração. Entretanto, essa redução na área foliar diminui a área disponível para a fotossíntese, que por sua vez seria um dos responsáveis pelo menor crescimento das plantas em condições de estresse salino (PARIDA *et al.*, 2004). A redução da área foliar é um bom indicador do grau de estresse nas plantas, visto que o crescimento foliar tem implicações sobre a capacidade produtiva das plantas. Por um lado, ela representa uma redução da área foliar total disponível para o processo de assimilação de carbono. Por outro lado, a redução na área foliar pode representar uma possível aclimação das plantas à redução do potencial hídrico que ocorre tanto em solos salinos como em áreas sujeitas à deficiência hídrica (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A matéria seca do caule (MSC) apresentou comportamento diferenciado entre os clones. O clone CCP 06 obteve o menor valor ($223,7 \text{ g}$) com a CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto para o clone BRS 265, a menor média ($161,4 \text{ g}$) foi alcançada na CEa de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 2.13).

Tabela 2.13 – Desdobramento das médias da variável matéria seca do caule (MSC) dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones.

	MSC - nov/12		
	Salinidade (dS m^{-1})		
	0,4	1,5	3,0
CCP 06	327,30 aA	291,31 aAB	223,70 bB
BRS 265	339,12 aA	161,39 bB	359,76 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não difere estatisticamente na mesma linha e médias seguidas pela mesma letra minúscula não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Da mesma forma, a matéria seca da raiz (MSR) foi diferentemente afetada nos dois clones. O CCP 06 só apresentou redução no nível mais alto de salinidade (CEa de 3,0

dS m⁻¹), enquanto o BRS 265 já apresentou redução com a aplicação de CEa de 1,5 dS m⁻¹ (Figura 2.14).

Tabela 2.14 – Desdobramento das médias da variável matéria seca da raiz (MSR) dos clones dentro dos níveis de salinidade, e da salinidade, dentro dos clones.

	MSR - nov/12		
	Salinidade (dS m ⁻¹)		
	0,4	1,5	3,0
CCP 06	169,04 bA	115,83 aAB	76,10 aB
BRS 265	251,75 aA	66,09 aB	134,72 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não difere estatisticamente na mesma linha e médias seguidas pela mesma letra minúscula não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste Tukey (p<0,05).

Os efeitos da salinidade no crescimento e no acúmulo de massa seca de plantas são bem evidenciados na literatura, e sua intensidade varia entre espécies. Reduções na produção de massa seca das plantas também foram observadas por: Fernandes *et al.* (2002) em plantas de pupunheira; Neves, Carvalho e Rodrigues (2004), em umbuzeiro e Costa Junior (2011) em plantas de faveleira. A redução da fitomassa das plantas nos níveis mais altos de salinidade ocorreu, provavelmente, devido ao aumento da pressão osmótica das soluções provocado pelo elevado nível de sal e consequente diminuição da absorção de água pelas plantas (SHINOARA, 2004).

Os dois clones apresentaram quedas na matéria seca da parte aérea com o aumento da salinidade. Tais resultados são condizentes com os encontrados por Lacerda *et al.* (2003) que constataram a influência negativa dos tratamentos salinos para esta variável de crescimento, em ambos os genótipos de sorgo estudados. Jeannette, Craig e Lynch (2002) relataram que o peso fresco total da parte aérea e radicular de linhagens de feijão foi reduzido com o aumento do estresse salino. Sousa (2011) observou que as variáveis massa seca da folha e do caule dos clones CCP 06, BRS 189, BRS 226 e BRS 265 foram afetadas negativamente pela salinidade da água de irrigação, com redução linear das mesmas em função do incremento da CEa, na proporção de 4,3 e 4,9, respectivamente, para cada unidade de salinidade excedente à água utilizada no controle.

O comportamento das raízes sob condições de salinidade é uma das características mais importantes nos estudos de tolerância ao estresse salino, em virtude de estarem em contato direto com o sal e absorverem a água para o abastecimento celular (JAMIL; RHA, 2004). Quando o nível de salinidade foi aumentado, houve uma diminuição da MSF, MSC e MSR, em porcentagem, de 52%, 32% e 57%, respectivamente em relação ao tratamento controle, logo o sistema radicular foi o mais afetado pela salinidade (Tabela 2.12). Esses

resultados corroboram com os de Demir e Arif (2003), que observaram que o crescimento radicular foi mais afetado em relação ao da parte aérea pela salinidade. Vale salientar que diferenças na salinidade limiar podem ser consequência de divergências no grau de tolerância dos genótipos utilizados, na qualidade da água, no método de irrigação empregado, no tipo de solo e nas condições climáticas (OSTER *et al.*, 1984; YEO, 1999).

4 CONCLUSÕES

A irrigação com água salina proporcionou um acréscimo nos teores de Na e Cl nas folhas, afetando negativamente todas as variáveis estudadas dos clones.

As plantas apresentaram as maiores taxas fotossintéticas entre 7:00 e 10:00 horas da manhã, período ideal para as medições de trocas gasosas.

Não houve diferença em relação à tolerância entre os clones CCP 06 e BRS 265.

O incremento da salinidade na água de irrigação afetou negativamente as variáveis de crescimento e trocas gasosas, em que as plantas irrigadas com CEa de 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ morreram, antes de chegar aos 12 meses de experimento.

A matéria seca das raízes foi mais afetada pela salinidade que a matéria seca do caule.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. de J. N., BARRETO JUNIOR, J. H. C., LIMA, M. W. de. **Dados climatológicos: Estação de Pacajus, 2003**. Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 85, 2004.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29.
- BIE, Z.; ITO, T.; SHINOARA, Y. Effects of sodium sulfate and sodium bicarbonate on the growth, gas exchange and mineral composition of lettuce. **Scientia Horticulturae**, v. 99, n. 2, p. 215-224, 2004.
- BLANCO, F. F. **Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração dos medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. 2004. 115 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.
- CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. **Produção de mudas de cajueiro**. Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 42, 2001.
- 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.
- CHEESEMAN, J.M. Mechanisms of salinity tolerance in plants. **Plant Physiology**, Bethesda, v.87, n.3, p.547-550, 1988.
- COSTA JUNIOR, J. E. V. **Crescimento, acúmulo de massa seca e de solutos orgânicos em Plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* POHL et BAILE) crescidas em solução salina** 2011. 33 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade de Campina Grande, Patos, 2011.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **In:** GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. 2010. 472 p.
- DEMIR, M.; ARIF, I. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Turkish Journal of Agriculture**, v. 27, p. 221-227, 2003.
- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURI, N.; PINTO, J. E. B. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1613-1619, 2002.
- FERREIRA, L.G.R. Fisiologia vegetal: relações hídricas. Fortaleza: Edições UFC, 1992. 131p.

FILHO CARGNELUTTI, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 17-24, 2007.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

FREIRE, J. L. de. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. 2011. 212 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 03, p. 371-374, 1984.

GUILHERME, E. de A. ; LACERDA, C. F. ; BEZERRA, M. A. ; PRISCO, J. T. ; GOMES FILHO, E. Desenvolvimento de plantas adultas de cajueiro-anão precoce irrigadas com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 253-257, 2005.

HOAGLAND, D. R., ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Berkeley, University of California. 31 (Circular, 347), 1950.

JAMIL, M.; RHA, E.S. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). **Korean Journal of Plant Resources**, v. 7, p. 226-232, 2004.

JEANNETTE, S.; CRAIG, R.; LYNCH, J.P. Salinity tolerance of phaseolus species during germination and early seedling growth. **Crop Science**, v. 42, p. 1584-1594, 2002.

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**, cap. 7, p. 177-205, 1973.

IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2012. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 fev. 2012.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H.A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes under NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 270-284, 2001.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 107-120, 2003.

LARCHER, W. Stress bei Pflanzen. **Naturwissenschaften**, n. 74, p. 158-167, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos-SP. Ed. Rima Arts e Textos, 2000. 531p.

- LIMA, L.A. Efeitos de sais no solo e na planta. **In:** Gheyi, H.R.; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.F. (ed.). Simpósio “Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada”. 1997, Campina Grande: UFPB, 1997. p.113-136.
- MACHADO, E. C.; QUAGGIO, J. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; TICELLI, M.; FURLANI, P. R. Trocas gasosas e relações hídricas de laranjeiras com clorose variegada dos citros. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 6, p. 53-57, 1994.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.
- MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE**. 1992. 173 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SANTIAGO, R. A.; RODRIGUES, L. A.; FREITAS, T. A. S. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus sp* sob estresse salino. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 365-372, 2007.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, p. 997-1006, 2004.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V. Ecofisiologia da acerola. I. Transpiração, resistência difusiva e temperatura foliar. **In:** SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 8., 1996, São Carlos. Anais. São Carlos : Universidade de São Carlos-Programa de Ecologia e Recursos Naturais, 1997. v. 3, cap.1, p.1085-1091.
- OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.86-95, 2005.
- OSTER, J.D.; HOFFMAN, G.J.; ROBINSON, F.E. Management alternatives: crops, water, and soil. **California Agriculture**, v. 36, p. 29-32, 1984.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B.; MITTRA, B. Effects of salt on growth, ion accumulation photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove (*Bruguiera parviflora*). **Trees Structure and Funtion**, v. 18, p. 167-174, 2004.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. A.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. S.; CAVALCANTE, M. Z. B. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 32, n. 2, p. 219-228, 2009.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production**. FAO. Roma. 1992.

SALINAS, A. R.; ZELENER, N.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Respuestas fisiológicas que caracterizam el comportamiento de diferentes cultivares de soja a la deficiencia hídrica em el suelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 331-338, 1996.

SHARMA, D. P.; RAO, K. V. G. K. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. **Soil & Tillage Research**, v. 48, n. 4, p. 287-295, 1998.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S; SANTANA, M. C; SILVA JÚNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas a deficiência hídrica. **Revista Caatinga (Online)**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 7-13, 2010.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, V. F. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 17, p. 231-246, 2003.

SOUSA, A. B. O. de. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cajueiro-anão precoce sob irrigação salina**. 2011. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

WAHOME, P. K.; JESCH, H. H.; GRITTNER, I. Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* Major and *R. rubiginosa*. **Scientia Horticulturae**, v. 87, p. 207-216, 2001.

WRIGHT, S. **Alguns dados da física e da química das águas dos açudes nordestinos**. Boletim Técnico/DNOCS, Fortaleza, v.39, n.1, p.21-31, 1981.

YEO, A. R. Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. **Scientia Horticulturae**, v. 78, p. 159-174, 1999.

CAPÍTULO III

FISIOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE CAJUEIRO-ANÃO PRECOCE IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA NO CAMPO

RESUMO

São escassos estudos no estabelecimento de plantas de cajueiro no campo, bem como a utilização e manejo adequado de água salina nesse estabelecimento. Em função do exposto, objetivou-se avaliar a fisiologia e desenvolvimento de plantas de cajueiro-anão precoce, clone CCP 06, irrigadas com água salina. O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria tropical. Oitenta mudas do clone CCP 06, sobre porta-enxerto do próprio clone, foram transplantadas para solo em fevereiro de 2011 e a partir do oitavo mês iniciou-se a aplicação dos tratamentos. A aplicação dos tratamentos começou no mês de novembro de 2011 e terminou em outubro de 2012, totalizando 12 meses de experimento. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro plantas por parcela experimental, referentes às soluções salinas ajustadas para as condutividades elétricas (CEa) (0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). Os dados foram submetidos à análise pelo programa estatístico ASSISTAT. A irrigação com água salina proporcionou um acréscimo nos teores de Na e Cl nas folhas nos maiores níveis de salinidade, mas não afetou negativamente as variáveis do clone estudado, não havendo diferença significativa para todas as variáveis de trocas gasosas e de crescimento estudadas em relação aos níveis de salinidade, exceto para transpiração e condutância estomática no mês de outubro (360 dias após a aplicação dos tratamentos). O tempo de exposição aos sais não afetou as variáveis estudadas, não causando danos ao cajueiro-anão precoce. Por meio dos resultados do curso diário, foi visto que as trocas gasosas foram mais eficientes no período entre 8:00 e 10:00 horas da manhã, pois é nesse horário que as plantas apresentam as maiores taxas fotossintéticas, com menores valores de evapotranspiração da planta. O clone CCP 06 foi tolerante à salinidade nas condições estudadas, em que a maior CEa aplicada foi de 6,0 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Tolerância. Trocas gasosas.

ABSTRACT

PHYSIOLOGY AND GROWTH OF GRAFTED PLANTS DWARF CASHEW OF CLONE CCP 06 CULTURED IN FIELD UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATER

There are few studies to establish cashew plants in the field, as well as proper handling and use of saline water in this establishment. In view of this, it was aimed to investigate the physiology and development of plants precocious dwarf cashew, clone CCP 06, irrigated with saline water. The experiment was conducted at the Experimental Station of Pacajus in Embrapa Agroindústria Tropical. Seedlings clone CCP 06 on own rootstock clone were transplanted to soil in February 2011 and from the eighth month began treatment application. The application began in November 2011 and ended in October 2012, totaling 12 months of the experiment. Treatments were arranged in a randomized block design with four replications

and four plants per plot, concerning salt solutions adjusted for electrical conductivity (EC_w) (0.4, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m⁻¹). The data were analyzed by statistical program ASSISTAT. Irrigation with saline water yielded an increase in the levels of Na and Cl in leaves in the higher levels of salinity, but did not negatively affect the clone studied variables, no significant difference for all variables of gas exchange and growth studied in relation to salinity levels, except for stomatal conductance and transpiration in October (360 days after treatment application). The time of exposure to salts did not affect these variables, causing no damage to the dwarf cashew. Through the results of the daily course, it was seen that gas exchange were more efficient in the period between 8:00 and 10:00 am, as it is at this time that the plants have the highest photosynthetic rates, with lower values of evapotranspiration plant. Clone 06 was tolerant PCC salinity conditions studied, in which most EC_w applied was 6.0 dS m⁻¹.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Tolerance. Gas exchange.

1 INTRODUÇÃO

O estresse salino pode inibir o crescimento das plantas, por reduzir o potencial osmótico da solução do solo e conseqüentemente o potencial hídrico, restringindo a disponibilidade de água, além de provocar acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo causar toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional, ou ambos (SILVA *et al.*, 2003). No entanto, o grau de severidade com que cada um desses componentes influencia o crescimento e o desenvolvimento das plantas é dependente de muitos fatores, dentre eles, pode-se citar: a tolerância da espécie ou cultivar vegetal, o estágio fenológico, a composição salina do meio, a intensidade e duração do estresse, bem como, das condições edafoclimáticas e o manejo da irrigação (GHEYI *et al.*, 2005).

No Brasil, embora a informação sobre as áreas salinas não esteja bem definida, estima-se que 20 a 25% das áreas irrigadas enfrentem problemas de salinização (FAO, 2006). Considerando que a prática da irrigação constitui a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança no semiárido e que a implantação dos projetos de irrigação tem sido incrementada nas últimas décadas, configura-se como de grande importância para a produção agrícola nessa região brasileira o desenvolvimento de pesquisas que venham a possibilitar um melhor manejo do solo e da água, face às projeções futuras de aumento da população e da demanda por alimentos.

No semiárido, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie amplamente cultivada, se apresentando como uma cultura importante na geração de emprego e renda

(BARROS *et al.*, 2000). A expansão da cajucultura nessas áreas está apoiada na utilização de clones de cajueiro-anão precoce. Entretanto, embora haja a oferta de vários clones adaptados a diferentes condições ambientais, basicamente se utiliza um único porta-enxerto, o CCP 06 (CAVALCANTI JUNIOR; MATOS; SILVEIRA, 2003), para o qual há carência de estudos da interação com o ambiente, especialmente em relação aos efeitos do estresse salino, que contribuem para redução do crescimento e da produtividade das plantas.

Bezerra *et al.* (2003), analisando os teores foliares de Na^+ e de Cl^- do clone CCP 06 da cultura do cajueiro-anão precoce, observaram que houve uma redução nas trocas gasosas à medida que a salinidade era aumentada. Esses autores observaram ainda que a fotossíntese foi reduzida linearmente com o aumento da concentração dos sais, tendo este efeito se intensificado com o tempo de estresse.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o acúmulo de solutos inorgânicos, as variáveis de trocas gasosas e de crescimento de plantas de cajueiro-anão precoce, clone CCP 06, cultivadas em campo, sob condições de estresse salino.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condução do experimento e delineamento experimental

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical (4° 10' S e 38° 27' W), altitude de 60 m, distante 55 Km de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. O clima é Aw segundo Köppen (clima tropical com inverno seco).

Os porta-enxertos e os propágulos do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce foram oriundos de sementes e propágulos de matrizes, respectivamente, do Campo Experimental de Pacajus. As sementes foram colocadas em tubetes de 288 cm³, tendo como substrato uma mistura de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba triturada e solo hidromórfico (CAVALCANTI JUNIOR; CHAVES, 2001). A enxertia foi realizada aos 45 dias após o plantio e no mês de fevereiro de 2011, oitenta mudas com três meses de idade do clone CCP 06, enxertadas sobre porta-enxerto do próprio clone (para não haver interferência de outro porta-enxerto), foram transplantadas para o campo (Neossolo Quartzarênico Distrófico). A adubação foi feita por meio da incorporação de restos vegetais de feijão-

caupi. Até agosto de 2011, período de estabelecimento das mudas, as plantas receberam apenas água proveniente das chuvas (aproximadamente 1000 mm). A partir daí o sistema de irrigação (microaspersores) foi instalado e foi aplicada água de poço ($0,4 \pm 0,2 \text{ dS m}^{-1}$) até outubro de 2011.

Em relação ao manejo cultural, a área foi limpa quatro vezes durante o experimento, utilizando roçadeira mecanizada. Após cada roçagem foi realizado o coroamento das plantas (uma vez manualmente e três vezes com herbicida GLIFOSATO NORTOX). Durante o período experimental foram aplicados o inseticida SUMITHION 500 EC (quatro vezes), o fungicida AGRINOSE AGRIPEC (uma vez) e o acaricida/fungicida Kumulus[®] DF (uma vez). As inflorescências das plantas de cajueiro-anão precoce foram retiradas até o mês de maio de 2012, viabilizando assim a formação dos frutos a partir desta data.

2.2 Aplicação dos tratamentos

A partir do mês de novembro, quando as plantas estavam com 240 dias de transplântio (Figura 3.1), iniciou-se a aplicação dos tratamentos, que consistiu da aplicação da irrigação, via microaspersão, das soluções salinas com condutividades elétricas (CEa) de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1} .

A vazão média coletada dos aspersores foi de aproximadamente 50 L h^{-1} e a irrigação foi realizada três vezes por semana, cada uma com duração de 30 minutos de aplicação de água. Essa lâmina aplicada baseou-se em Crisóstomo *et al.* (2003), que preconiza uma necessidade hídrica pra o primeiro ano de estabelecimento de plantas de cajueiro-anão precoce na região litorânea do Ceará de 10 a 20 litros diários por planta. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por quatro plantas.

Figura 3.1 – Plantas de cajueiro-anão precoce (clone CCP 06) com 240 dias após o transplântio, no início da aplicação da irrigação com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). Pacajus, CE.



Fonte: Autor

As soluções salinas foram preparadas pela adição de diferentes quantidades de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = \text{CE} \times 1000$), extraída de Rhoades, Kandiah e Mashali (1992). As soluções salinas foram preparadas e acondicionadas em caixas d água de 5.000 litros. A cada preparo das soluções, utilizou-se um condutivímetro portátil (CD-4301, Lutron) para mensuração e ajuste da condutividade elétrica de acordo com os tratamentos estabelecidos. Os tratamentos foram aplicados nas plantas de cajueiro durante 12 meses.

2.3 Variáveis analisadas

2.3.1 Condutividade elétrica do solo (0-20 cm)

Foram coletadas mensalmente amostras de solo em cada parcela experimental, na profundidade de 0-20 cm, para determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação. Para tanto, em 400g de solo, foram adicionados 130 mL de água deionizada, passada através de filtros miliporos (mili-Q), até o solo formar uma pasta saturada, seguido de homogeneização e repouso por um período de no mínimo quatro horas. A leitura foi realizada em um condutivímetro de contato direto (W.E.T Sensor Type WET-1), sendo realizada, quando necessário, diluição com água deionizada. Os resultados foram expressos em dS m⁻¹.

Não foi feita a medição da condutividade elétrica do solo no laboratório (amostra filtrada em papel de filtro com auxílio de vácuo, em que o filtrado corresponde ao extrato de saturação do solo) porque a diferença dos resultados entre os métodos foi desprezível, além do método em que se utiliza o condutivímetro de contato direto ser muito menos laborioso que o citado anteriormente.

2.3.2 Solutos inorgânicos nas folhas

Os minerais Na e Cl foram determinados no final do experimento (330 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos) a partir da trituração de folhas secas (estufa de circulação forçada de ar, a 70°C) em um moinho de facas. Após, 0,5 g desse material vegetal foi homogeneizado em 25 mL de água deionizada (passada através de filtros miliporos - mili-Q). Em seguida, essa mistura foi submetida à agitação por 2 horas, seguido de filtração em papel de filtro do tipo lento, sendo o filtrado armazenado em frascos e mantido refrigerado até o momento das determinações do Na e Cl.

O teor de sódio foi determinado no extrato por fotometria de chama (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Antes de proceder à leitura da amostra, o fotômetro de chama (DM-62, Digimed) foi calibrado com água deionizada e soluções padrões. No caso da leitura ultrapassar o limite de detecção do aparelho, procedeu-se às diluições necessárias.

Para a determinação do cloreto, utilizou-se uma alíquota de 0,1 mL do extrato, completado para 3,0 mL com água deionizada. Em seguida, adicionaram-se 0,5 mL de mistura de $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 13,2 mM, em metanol, e de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 20,2% (4 + 1). A mistura foi agitada vigorosamente e, após repouso por 15 min, foram efetuadas as leituras de absorbância a 460 nm no espectrofotômetro (BioMate 3, Thermo Scientific) (GAINES *et al.*, 1984). A curva de calibração foi preparada utilizando-se NaCl como padrão sendo o extrato dosado em duplicatas.

2.3.3 Trocas gasosas

As trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática e transpiração) foram mensuradas mensalmente com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA) (LCpro, ADC, Hoddesdon, UK). As medições ocorreram entre 09:00 e 12:00 h, em folhas totalmente desenvolvidas, utilizando-se radiação artificial de $1.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sob condi\u00e7\u00f5es ambientes de temperatura e umidade. A cada dois meses, foi realizado um curso di\u00e1rio das vari\u00e1veis citadas, com leituras a cada hora, das 6:00 \u00e0s 18:00 horas, utilizando-se fonte de luz artificial de $1.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

2.3.4 Crescimento e desenvolvimento das plantas

Foram mensuradas mensalmente as vari\u00e1veis: altura da planta (AP), obtida utilizando-se r\u00e9gua graduada e di\u00e2metro do caule da planta (DC), obtida utilizando-se paqu\u00edmetro digital. No final do experimento (outubro de 2012) foram coletadas tr\u00eas plantas de cada tratamento para avalia\u00e7\u00e3o da \u00e1rea foliar, obtida por meio de um integrador de \u00e1rea foliar (LI-3100C, LICOR), da mat\u00e9ria seca do caule (MSC) e das folhas (MSF). O material vegetal de cada \u00f3rg\u00e3o citado foi acondicionado em sacos de papel e colocado para secar em estufa de circula\u00e7\u00e3o for\u00e7ada de ar, a 70°C , at\u00e9 atingir massa constante. O material foi submetido \u00e0 pesagem para a determina\u00e7\u00e3o da massa seca desses componentes. A mat\u00e9ria seca das ra\u00edzes n\u00e3o foi mensurada devido a perda substancial de massa desse \u00f3rg\u00e3o, quando da extra\u00e7\u00e3o das plantas de cajueiro-an\u00e3o precoce. Foram coletadas ainda todas as castanhas produzidas para mensura\u00e7\u00e3o da produtividade da castanha de caju (kg ha^{-1}).

2.3.5 An\u00e1lise estat\u00edstica

Os resultados foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo programa ASSISTAT 7.6 beta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

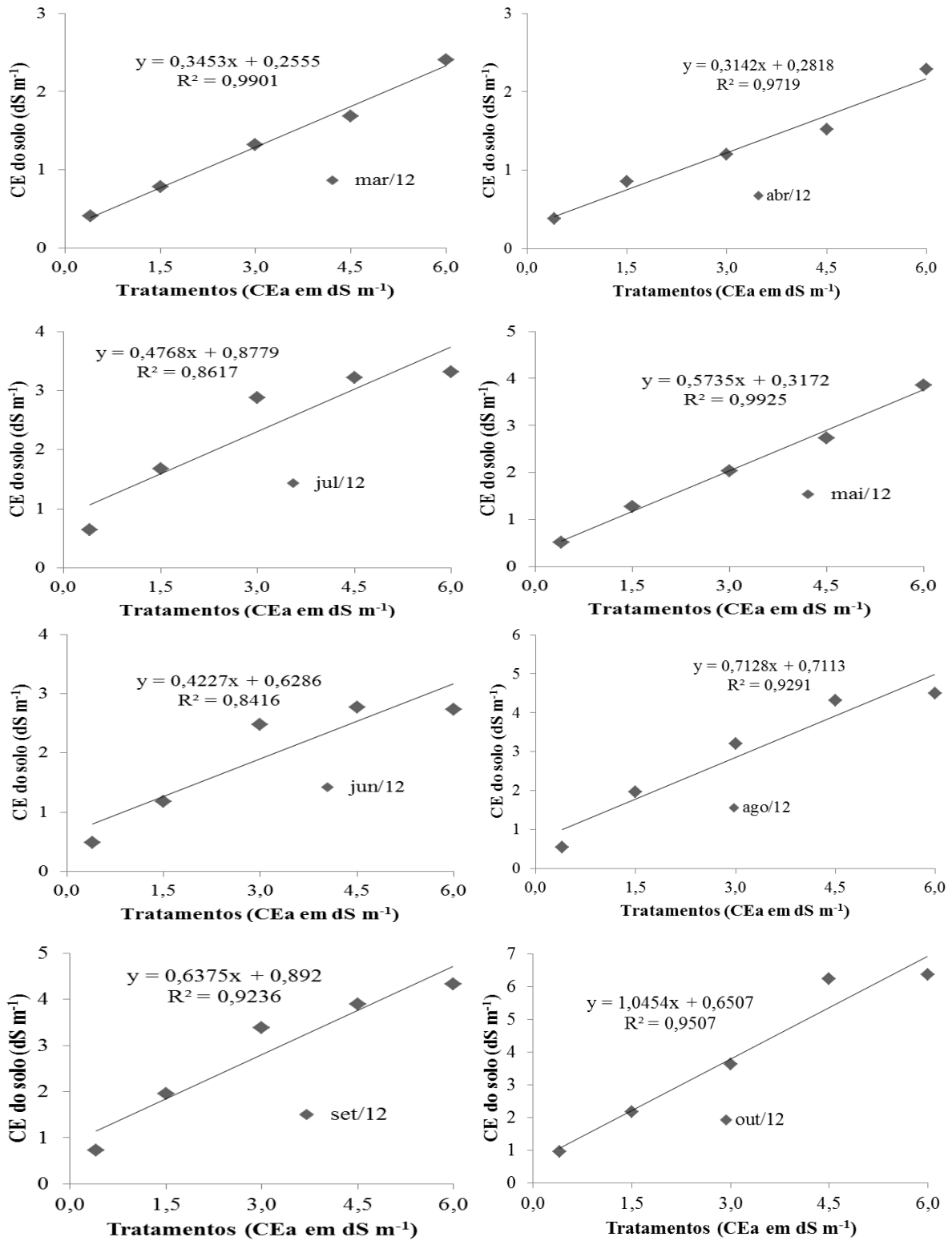
3.1 Pluviometria e condutividade elétrica do solo (0-20 cm)

A condutividade do extrato de saturação do solo se elevou à medida que se aumentou a concentração de sais da água de irrigação (Figura 3.2).

Houve um incremento da salinidade do solo em todos os meses estudados. O modelo de regressão que melhor se adaptou para explicar esse aumento foi o linear, com um coeficiente de correlação (R^2) maior que 0,84 para todos os meses (Figura 3.2). No mês de março, para cada aumento de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ da condutividade elétrica da água de irrigação, a CE do solo aumentou 0,35 vezes. Já em abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro, esse aumento da CE do solo foi de 0,31, 0,57, 0,42, 0,48, 0,71, 0,64 e 1,05 vezes em relação a CE da água, respectivamente (Figura 3.2).

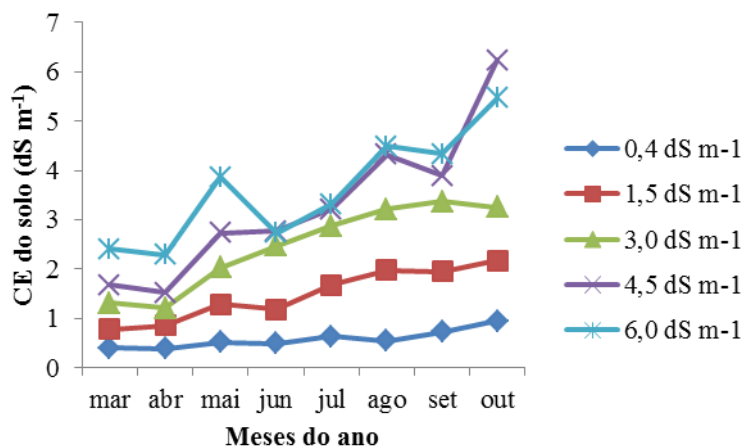
Ainda no mês de março (150 dias após a aplicação dos sais), a CE do solo do tratamento controle (CEa da água de irrigação foi em torno de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$) foi de $0,39 \text{ dS m}^{-1}$, já no mês de outubro (360 dias após aplicação dos tratamentos), esse valor subiu para $1,07 \text{ dS m}^{-1}$, com um aumento de aproximadamente 171%. Já para a CE aplicada de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$, a salinidade aumentou de $2,33 \text{ dS m}^{-1}$ para $6,92 \text{ dS m}^{-1}$ (meses de março e novembro, respectivamente), obtendo um incremento de quase 197% (Figura 3.2).

Figura 3.2 - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) cultivado com plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro (150, 180, 210, 240 e 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação de sais). Pacajus – CE.



A salinidade do extrato de saturação do solo aumentou também em função do tempo de exposição das plantas de cajueiro aos tratamentos (Figura 3.3).

Figura 3.3 - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEEs) cultivado com plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) ao longo do experimento. Pacajus – CE.

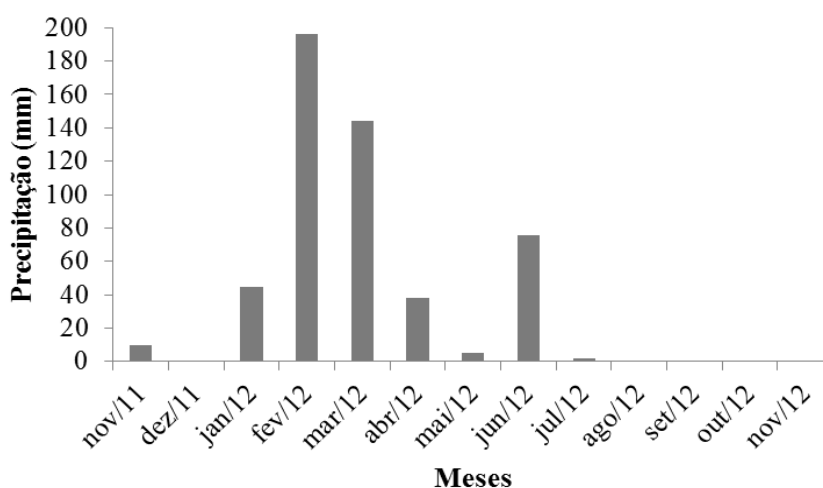


Nos meses de março e abril de 2012 (150 e 180 dias após a aplicação dos tratamentos), a condutividade elétrica do solo (camada 0-20 cm) foi baixa em relação aos meses subsequentes (maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2012) (Figura 3.3), devido ao menor tempo de exposição das plantas aos tratamentos aplicados, como também o fato de ter havido uma precipitação de aproximadamente 400 mm entre os meses de fevereiro a maio, lixiviando os sais das camadas mais superficiais do solo (Figura 3.4).

Quanto maior a exposição das plantas aos tratamentos, maior o incremento da condutividade elétrica do solo (CEEs), principalmente nos meses de maio a outubro (Figura 3.3), em que a pluviometria nesse período foi baixa ou não houve. Nos últimos meses (setembro e outubro), o incremento da salinidade do solo foi maior nos tratamentos 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ devido, principalmente, à alta demanda evaporativa da região, concentrando mais ainda os íons no solo, afetando assim o desenvolvimento e crescimento do cajueiro-anão precoce.

Nos 360 dias de condução do experimento choveu aproximadamente 500 mm (Figura 3.4), média muito baixa em relação à média histórica no município de Pacajus, que fica em torno de 950 mm (AGUIAR; BARRETO JUNIOR; LIMA, 2003).

Figura 3.4 – Precipitação ocorrida no Campo Experimental de Pacajus, durante os meses de novembro de 2011 a novembro de 2012. Pacajus, CE.



3.2 Solutos inorgânicos nas folhas

Houve diferença significativa entre os níveis de salinidade aplicados para todas as variáveis de solutos inorgânicos, em todas as épocas amostradas (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Análise de variância para cloreto na folha (ClF) e sódio na folha (NaF) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de setembro e outubro (330 e 360 dias após a aplicação de tratamentos, respectivamente). Pacajus – CE.

		Quadrados médios			
		ClF		NaF	
FV	GL	set/12	out/12	set/12	out/12
Blocos	3	0,530 ns	0,119 ns	5,221 ns	0,183 ns
Tratamentos	4	3,385 **	5,709 **	6,470 *	0,804 **
Resíduo	12	0,457	0,702	1,527	0,069
Média		7,83	5,68	5,25	3,7
CV(%)		8,64	14,74	23,53	7,09
		Médias			
Concentração (dS m ⁻¹)		(mg g ⁻¹ MS)			
0,4		6,50 b	4,03 c	3,47 b	3,03 c
1,5		7,26 ab	5,24 bc	4,48 ab	3,49 bc
3,0		8,20 a	5,79 abc	6,22 ab	3,86 ab
4,5		8,69 a	6,06 ab	5,52 ab	4,00 ab
6,0		8,49 a	7,30 a	6,55 a	4,14 a

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os teores de Na e Cl nas folhas aumentaram em função da salinidade da água de irrigação, sem serem observados sintomas de toxidez na cultura, corroborando com Guilherme *et al.* (2005). As plantas podem ter sido eficientes em compartimentalizar esses sais no vacúolo e/ou foram capazes de desenvolver ajustamento osmótico para a manutenção da turgescência celular e posterior crescimento. Plantas tolerantes à salinidade frequentemente desenvolvem ajustamento osmótico, acumulando, principalmente, açúcares, aminoácidos, polióis, betaínas e compostos relacionados (HASEGAWA *et al.*, 2000), contribuindo para a manutenção da absorção de água e turgescência celular, garantindo processos fisiológicos vitais, como a abertura estomática, fotossíntese e expansão celular (SAKAMOTO; MURATA, 2002).

Todos os gráficos de regressão, tanto para o sódio quanto para o cloreto nos dois meses, apresentaram um comportamento polinomial de ordem dois, mostrando que os íons tendem a se acumular nas folhas em níveis de salinidade mais altos e que há um ponto em que esse incremento cessa ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e os valores tendem a diminuir ou a estabilizarem ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Figuras 3.5 e 3.6).

Quando os íons Na^+ se acumulam em excesso nas folhas, pode ocorrer o surgimento de manchas necróticas e a queima de suas pontas (LACERDA *et al.*, 2003; BOSCO *et al.*, 2009), o que não aconteceu neste experimento. A homeostase intracelular do Na^+ e a tolerância à salinidade são modulados pelo Ca^{2+} , sendo que altas concentrações externas de Na^+ afetam negativamente a absorção de K^+ (NIU *et al.*, 1995). Devido ao efeito benéfico do Ca^{2+} , sua adição ao ambiente radicular tem sido sugerida como um meio de aumentar a tolerância das plantas ao estresse salino (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

A absorção em excesso de Cl^- também provoca alteração no metabolismo, como por exemplo, inibição da fotossíntese provocada por seu acúmulo nos cloroplastos e o surgimento de injúrias nas folhas (TAIZ; ZEIGER, 2013). O Cl^- é acumulado rapidamente nas folhas mais jovens nos estágios iniciais de crescimento (COSTA *et al.*, 2003), se tornando um sério problema para seu desenvolvimento.

Figura 3.5 – Teores de cloreto nas folhas (ClF) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de setembro e outubro de 2012 (330 e 360 dias após a aplicação de tratamentos, respectivamente). Pacajus – CE.

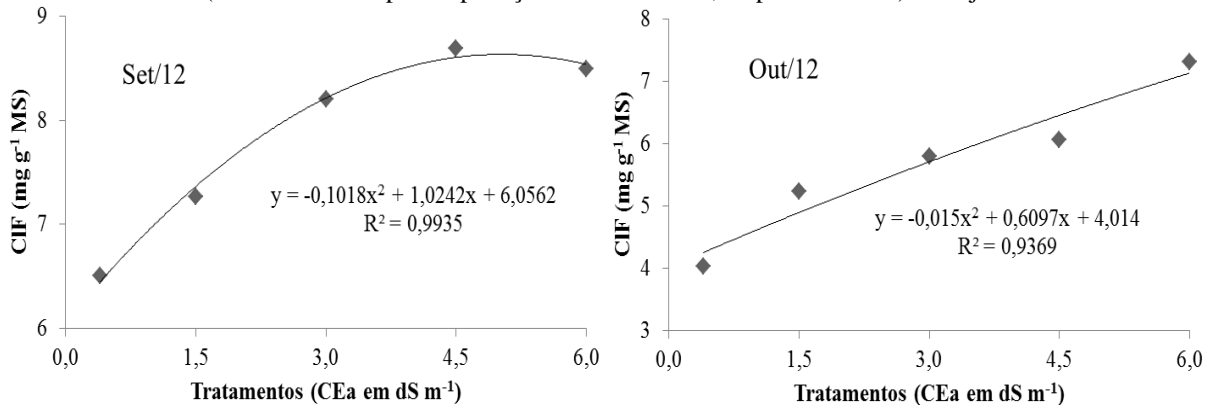
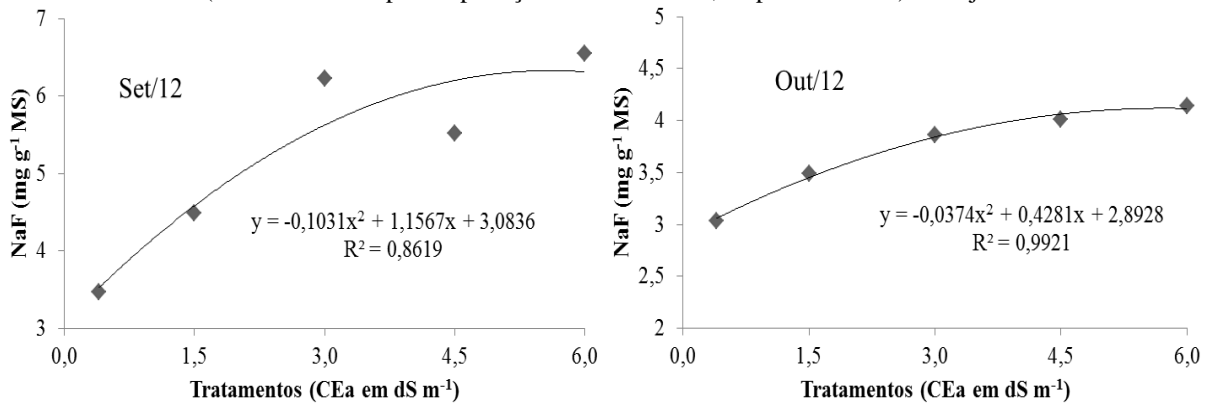


Figura 3.6 – Teores de sódio nas folhas (NaF) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de setembro e outubro de 2012 (330 e 360 dias após a aplicação de tratamentos, respectivamente). Pacajus – CE.



3.3 Trocas gasosas

3.3.1 Transpiração

A salinidade não afetou significativamente a transpiração (E) durante toda a condução do experimento (Tabela 3.2), exceto no mês de outubro de 2012 (360 dias após a aplicação de tratamentos).

Nesse único mês que apresentou diferença significativa entre os tratamentos, a CEa de 4,5 apresentou a maior média (Tabela 3.2). Os tratamentos com 0,4, 1,5, 3,0 e 6,0 dS m⁻¹ não diferiram estatisticamente entre si.

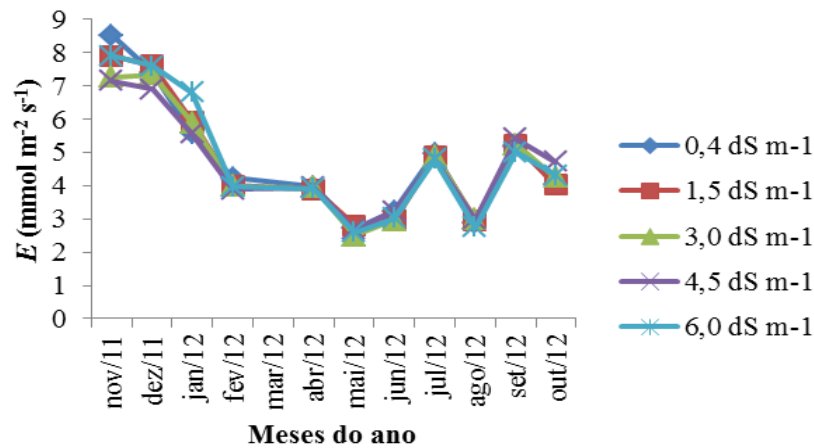
Tabela 3.2 - Análise de variância para transpiração (E) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de novembro de 2011 (antes da aplicação dos sais), dezembro de 2011 e janeiro, fevereiro, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2012 (60, 90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos, respectivamente). Pacajus – CE.

		Quadrados médios										
		E (mmol m ⁻² s ⁻¹)										
FV	GL	nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
Blocos	3	0,482	9,039 **	1,925 **	0,150 ns	1,147 **	0,676 **	0,525 *	3,4564 **	0,233 **	2,577 **	0,901 **
Tratamentos	4	1,230 ns	0,348 ns	0,119 ns	0,067 ns	0,004 ns	0,054 ns	0,081 ns	0,023 ns	0,040 ns	0,082 ns	0,304 **
Resíduo	12	2,234	0,401	0,161	0,126	0,094	0,059	0,144	0,085	0,034	0,075	0,038
Média		7,75	7,38	5,75	4,02	3,93	2,66	3,08	4,87	2,91	5,22	4,26
CV(%)		19,30	8,59	6,99	8,86	7,80	9,17	12,34	5,99	6,41	5,26	4,61
		Médias										
Concentração (dS m ⁻¹)		nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
0,4		8,51	7,41	5,56	4,23	3,96	2,71	3,23	4,97	2,87	5,20	4,04 b
1,5		7,90	7,62	5,92	3,99	3,88	2,81	2,95	4,88	2,95	5,23	4,03 b
3,0		7,26	7,34	5,88	3,98	3,94	2,50	2,95	4,89	2,98	5,24	4,24 b
4,5		7,14	6,89	5,57	3,89	3,95	2,66	3,22	4,79	2,98	5,41	4,70 a
6,0		7,89	7,60	5,80	3,95	3,90	2,59	3,02	4,79	2,74	5,01	4,31 ab

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

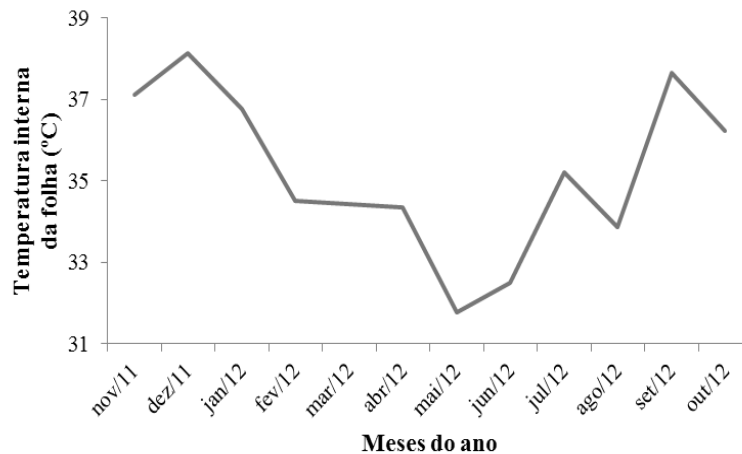
A média da transpiração para o mês de outubro foi de $4,30 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, valor similar ao de Amorim *et al.* (2011), trabalhando com plantas adultas de cajueiro-anão precoce no mês de outubro de 2006. Observa-se que no mês de novembro de 2011 os valores de transpiração para todos os tratamentos ($0,4, 1,5, 3,0, 4,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$) foram mais altos que as dos outros meses estudados (Figura 3.7).

Figura 3.7 - Transpiração (E) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de $0,4, 1,5, 3,0, 4,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$). Pacajus – CE.



No mês de novembro de 2011, a aplicação dos tratamentos ainda não havia sido iniciada e as plantas ainda estavam bem jovens. Ademais, nesse mês foi observada a maior temperatura foliar (Figura 3.8), que afetou a transpiração das plantas.

Figura 3.8 – Temperatura foliar no horário de 9:00 às 12:00h, de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de $0,4, 1,5, 3,0, 4,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$).



A partir do mês de dezembro de 2011, houve uma diminuição dos valores de transpiração da folha, concomitantemente com a diminuição da temperatura interna foliar.

Na hora da medição (9:00 as 12:00 horas), nos meses de julho e setembro de 2012, a temperatura interna da folha ficou na faixa de 36°C a 38°C, enquanto nos meses de fevereiro a junho de 2012, essa faixa variou de 31°C a 35°C (Figura 3.8). Os picos de transpiração que aconteceram nos meses de julho e setembro podem ser explicados pelas altas temperaturas foliares na hora da medição, aliado a abertura estomática, com consequente aquecimento da folha e maior diferença de pressão de vapor, atrelado a uma boa disponibilidade de água no solo, já que as plantas eram irrigadas.

3.3.2 Condutância estomática

Da mesma forma que a transpiração, a salinidade não afetou significativamente a condutância estomática (g_s) durante todo o período de condução do experimento (Tabela 3.3), exceto no mês de outubro (360 dias após a aplicação de tratamentos).

No mês de outubro, houve diferença significativa entre os tratamentos com CEa de 1,5 e 4,5 dS m⁻¹, com esse último apresentando maior valor (Tabela 3.3).

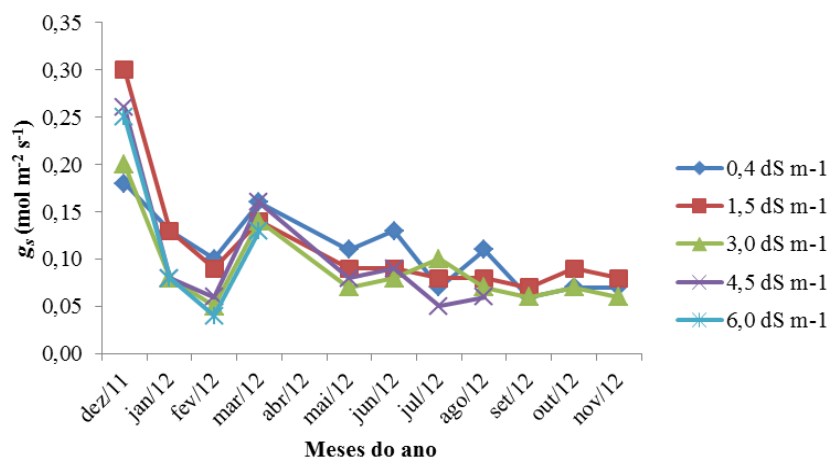
Tabela 3.3 - Análise de variância para condutância estomática (g_s) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 $dS\ m^{-1}$), nos meses de novembro de 2011 (antes da aplicação dos sais), dezembro de 2011 e janeiro, fevereiro, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2012 (60, 90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos, respectivamente). Pacajus – CE.

		Quadrados médios										
		g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)										
FV	GL	nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
Blocos	3	0,070 ns	0,168 **	0,032 **	0,006 **	0,001 **	0,004	0,005 ns	0,037 **	0,001 ns	0,007 **	0,007 **
Tratamentos	4	0,080 ns	0,005 ns	0,002 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,003 ns	0,001 ns	0,002 ns	0,001 ns	0,001 ns	0,002 *
Resíduo	12	0,062	0,008	0,003	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001
Média		0,99	0,57	0,42	0,23	0,34	0,26	0,25	0,34	0,13	0,21	0,22
CV(%)		25,11	15,91	13,28	13,93	11,10	15,07	21,50	15,72	10,07	12,62	8,67
		Médias										
Concentração ($dS\ m^{-1}$)		nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
0,4		1,18	0,63	0,44	0,23	0,34	0,26	0,27	0,34	0,12	0,20	0,20 ab
1,5		1,09	0,57	0,43	0,22	0,33	0,29	0,23	0,36	0,12	0,21	0,20 b
3,0		0,98	0,57	0,40	0,23	0,33	0,22	0,23	0,32	0,12	0,22	0,23 ab
4,5		0,86	0,54	0,39	0,20	0,34	0,26	0,25	0,33	0,13	0,23	0,24 a
6,0		0,85	0,53	0,40	0,22	0,32	0,23	0,24	0,31	0,11	0,19	0,22 ab

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores de condutância estomática foram mais altos no mês de novembro de 2011 ($1,2 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no tratamento com CEa de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$), havendo similaridade em relação aos tratamentos. A partir de novembro de 2011, os valores dessa variável diminuíram gradativamente (Figura 3.9).

Figura 3.9 - Condutância estomática (g_s) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$). Pacajus – CE.



3.3.3 Taxa fotossintética

A salinidade não afetou significativamente a fotossíntese (A) durante toda a condução do experimento (Tabela 3.4).

Segundo Guilherme *et al.* (2005), as trocas gasosas são influenciados pela época de medição, como reflexo de mudanças no ambiente e no estágio fenológico das plantas. Entretanto, os níveis de salinidade da água de irrigação empregados no presente estudo não influenciaram a fotossíntese mensalmente. A não alteração da taxa fotossintética à aplicação dos sais sugere que os teores de sódio e cloreto encontrados nas plantas estressadas estavam abaixo do valor limite para afetar esse processo, uma vez que independente da espécie utilizada, o estresse salino provoca fechamento estomático e decréscimo na concentração interna de CO_2 ou, ainda, os mesmos encontravam-se eficientemente compartimentalizados no vacúolo (BEZERRA *et al.*, 2002).

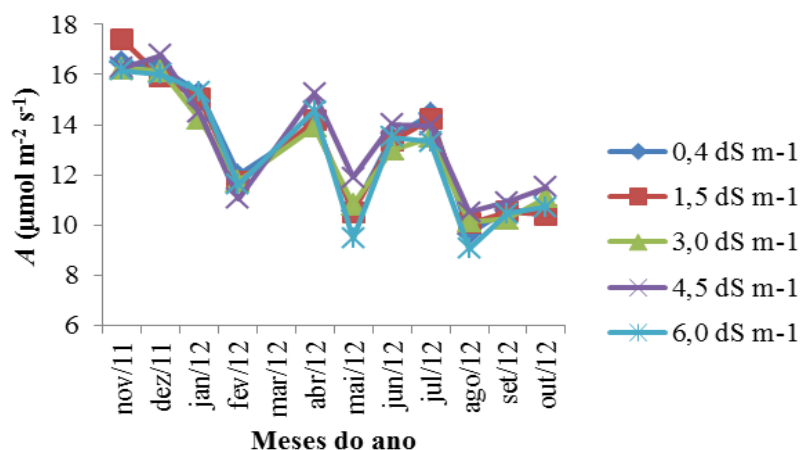
Tabela 3.4 - Análise de variância para fotossíntese (A) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de novembro de 2011 (antes da aplicação dos sais), dezembro de 2011 e janeiro, fevereiro, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2012 (60, 90, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos, respectivamente). Pacajus – CE.

Quadrados médios												
A (μmol m ⁻² s ⁻¹)												
FV	GL	nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
Blocos	3	1,695 ns	8,332**	8,571**	3,215 ns	2,336 ns	2,570 ns	2,007 ns	2,493 ns	0,567 ns	4,202 *	0,088 ns
Tratamentos	4	1,035 ns	0,455 ns	0,974 ns	0,488 ns	1,226 ns	3,012 ns	0,555 ns	0,857 ns	1,203 ns	0,237 ns	0,877 ns
Resíduo	12	1,180	0,734	0,376	1,808	1,083	2,936	1,594	0,803	0,521	0,782	0,855
Média		16,52	16,23	14,87	11,62	14,37	10,65	13,47	13,89	9,87	10,54	10,83
CV(%)		6,58	5,28	4,13	11,57	7,24	16,09	9,37	6,45	7,32	8,39	8,53
Médias												
Concentração (dS m ⁻¹)		nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
0,4		16,50	16,27	15,26	11,98	13,99	10,54	13,48	14,42	9,64	10,59	10,44
1,5		17,40	15,92	15,03	11,71	14,15	10,50	13,34	14,21	10,06	10,53	10,40
3,0		16,23	16,14	14,21	11,72	13,90	10,81	12,98	13,50	10,10	10,24	11,10
4,5		16,27	16,78	14,48	11,04	15,25	11,89	14,02	13,96	10,49	10,91	11,51
6,0		16,16	16,00	15,32	11,61	14,54	9,46	13,49	13,33	9,05	10,44	10,72

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente na mesma coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

As taxas fotossintéticas foram maiores nos meses de novembro e dezembro de 2011, alcançando valores para o tratamento controle de $17,40 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em novembro, antes da aplicação dos tratamentos. A partir de dezembro, esses valores foram diminuindo, chegando a medir $11,04 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no mês de fevereiro (180 dias após a aplicação dos níveis de salinidade) (Figura 3.10). Isso se deve aos menores valores de temperatura foliar, condutância estomática e transpiração encontrados nesses meses. Os valores de fotossíntese aumentaram nos meses de março e abril devido a maior pluviosidade, aumentando assim a disponibilidade de água e lixiviação dos sais no solo, fazendo que a planta transpirasse mais e consequentemente realizasse mais fotossíntese líquida. No mês de maio, esses valores diminuíram devido o aumento da temperatura foliar, prejudicando a realização da fotossíntese. A partir do mês de junho de 2012, os valores foram diminuindo, chegando a medir $10,40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em outubro (Figura 3.10).

Figura 3.10 – Fotossíntese (A) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m^{-1}). Pacajus – CE.



Os resultados deste experimento corroboram com os obtidos por Amorim *et al.* (2010), que trabalhando com plantas adultas de cajueiro-anão precoce observaram que os tratamentos salinos não afetaram a taxa fotossintética. Por outro lado, os dados são discordantes dos obtidos por Mesquita *et al.* (2007), trabalhando com plântulas de cajueiro-anão precoce, que obtiveram queda linear na fotossíntese com o aumento da salinidade de irrigação. A contradição exposta acima pode ser explicada em função do presente trabalho ter sido conduzido em nível de campo e o estágio de desenvolvimento ser um dos fatores que influencia as respostas das plantas de cajueiro à salinidade.

Nos trabalhos de Bezerra *et al.* (2003) e Sousa *et al.* (2010), as trocas gasosas foram afetadas, havendo uma diminuição dessas variáveis. Segundo Cavalcanti Junior, Matos e Silveira (2003), as plantas do clone CCP 06 sob estresse salino apresentaram padrões de resposta semelhantes às plantas que não foram submetidas a salinidade.

3.4 Cursos diários

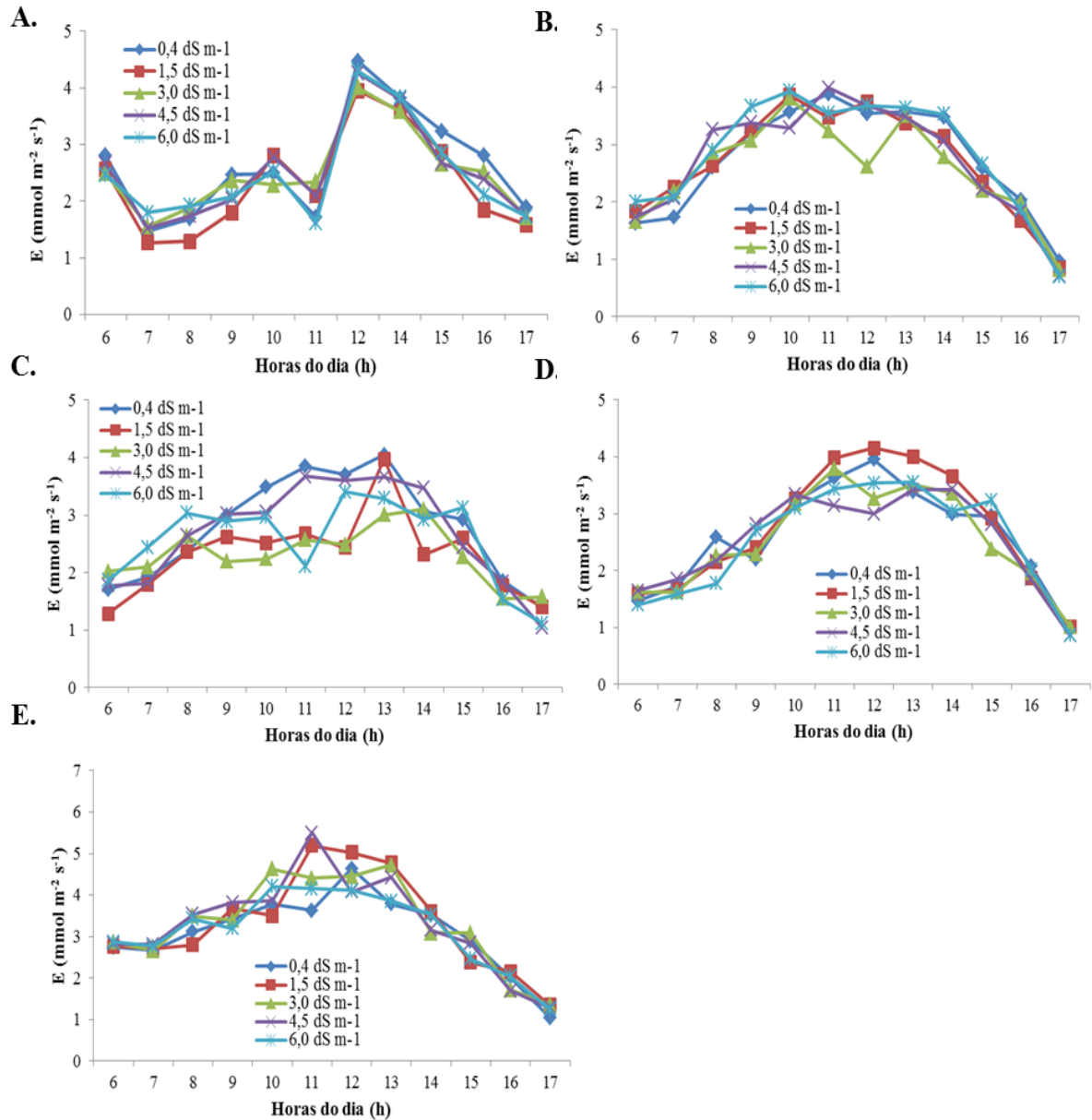
3.4.1 Transpiração

O padrão de transpiração ao longo do dia foi similar em todos os meses analisados, com exceção do mês de fevereiro de 2012 (120 dias após a aplicação dos sais). Nesse mês, houve uma queda da taxa transpiratória às 11:00 da manhã, comportamento não visto nos outros meses de estudo (Figura 3.11).

Todos os fatores exógenos e endógenos que afetam a transpiração estão sujeitos a alterações durante o dia, originando uma periodicidade diurna na taxa a que este processo ocorre. Assim, a taxa transpiratória foi mais alta durante as horas mais quentes do dia (entre 11:00 e 13:00 horas) (Figura 3.11). Para a maior parte das plantas, durante a noite a taxa de transpiração é geralmente baixa, perto de zero, aumentando depois do nascer do sol até atingir um máximo ao meio-dia. Após, a transpiração começa a diminuir até atingir, ao entardecer, os valores mínimos, semelhantes aos da noite (SEBANEK, 1992).

Do total de água absorvido pela planta, cerca de 95% são utilizados para manter o equilíbrio térmico por transpiração (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2007). A variação na transpiração, portanto, afeta diretamente a temperatura da planta, mais especificamente, a temperatura foliar.

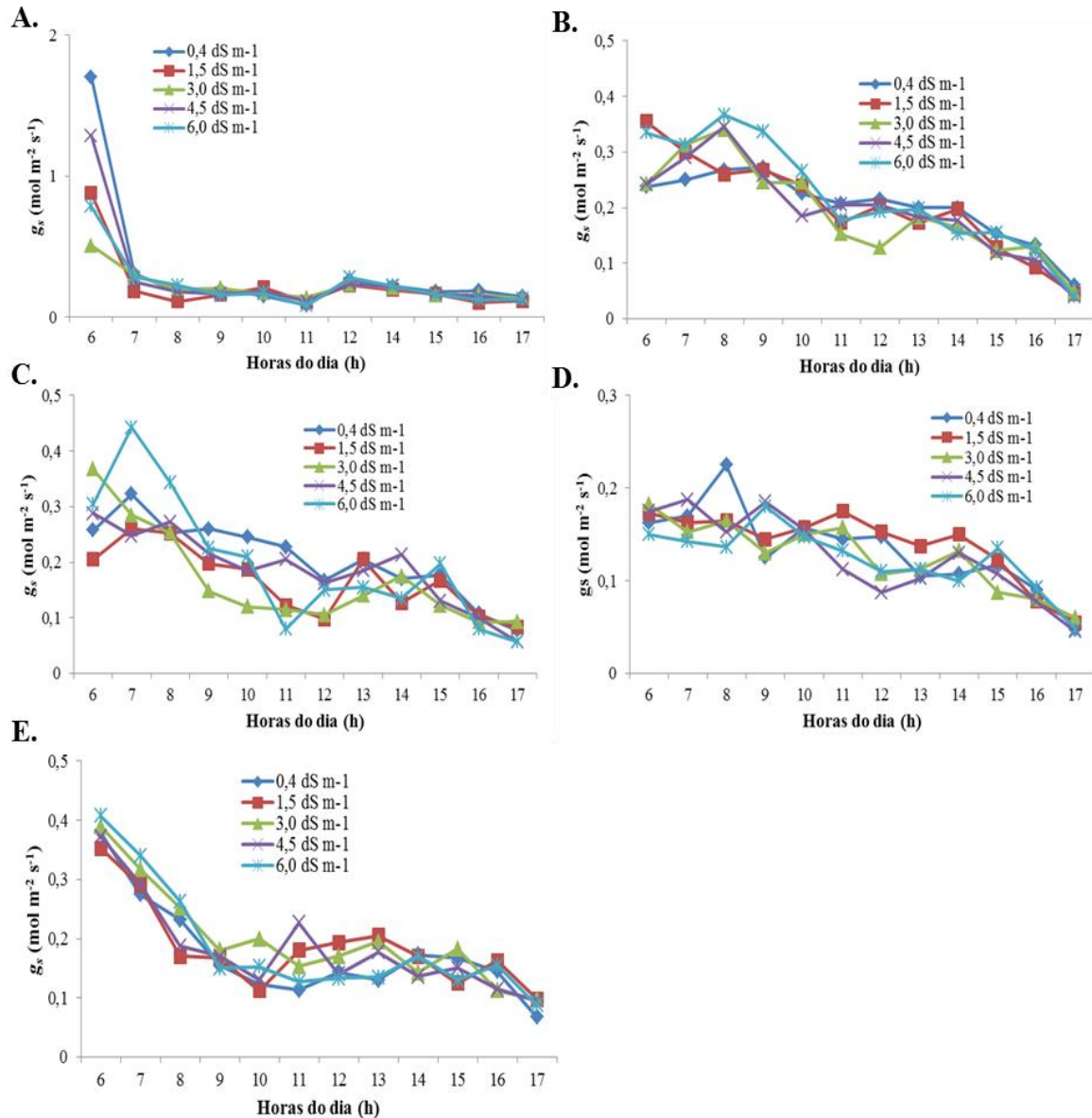
Figura 3.11 – Cursos diários de transpiração (E) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de fevereiro (A), abril (B), junho (C), agosto (D) e outubro (E) de 2012 (120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.



3.4.2 Condutância estomática

O clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce apresentou condutância estomática mais elevada no início da manhã (6:00 horas) para todos os meses avaliados, apresentando picos de maior abertura estomática no período matutino, decaindo no período vespertino (Figura 3.12).

Figura 3.12 – Cursos diários de condutância estomática (g_s) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de fevereiro (A), abril (B), junho (C), agosto (D) e outubro (E) de 2012 (120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.



Segundo Machado *et al.* (2002), essa característica de resposta dos estômatos às condições ambientais talvez seja uma adaptação à seca visando garantir a retenção do conteúdo de água, principalmente em regiões onde há alta demanda atmosférica. Quando os estômatos fecham, em resposta ao decréscimo do potencial de água na folha, as plantas respondem de maneira diferenciada devido ao baixo suprimento de dióxido de carbono (CO₂) para o aparelho fotossintético.

Silva e Lemos Filho (2001), avaliaram as relações hídricas em função da demanda evaporativa do ar em cinco espécies arbóreas, concluindo que, para as espécies estudadas, os valores de condutância estomática apresentaram decréscimo nos horários de maior demanda evaporativa do ar. Angelocci *et al.* (2004), trabalhando com lima ácida ‘Tahiti’ irrigada, relataram que o decréscimo na condutância estomática e transpiração a partir de maio até outubro foi uma consequência dos efeitos da temperatura do ar e do déficit de pressão de vapor, concluindo que, mesmo sob condições de boa disponibilidade de água no solo, as trocas gasosas foram limitadas pela regulação estomática decorrentes da baixa umidade do ar.

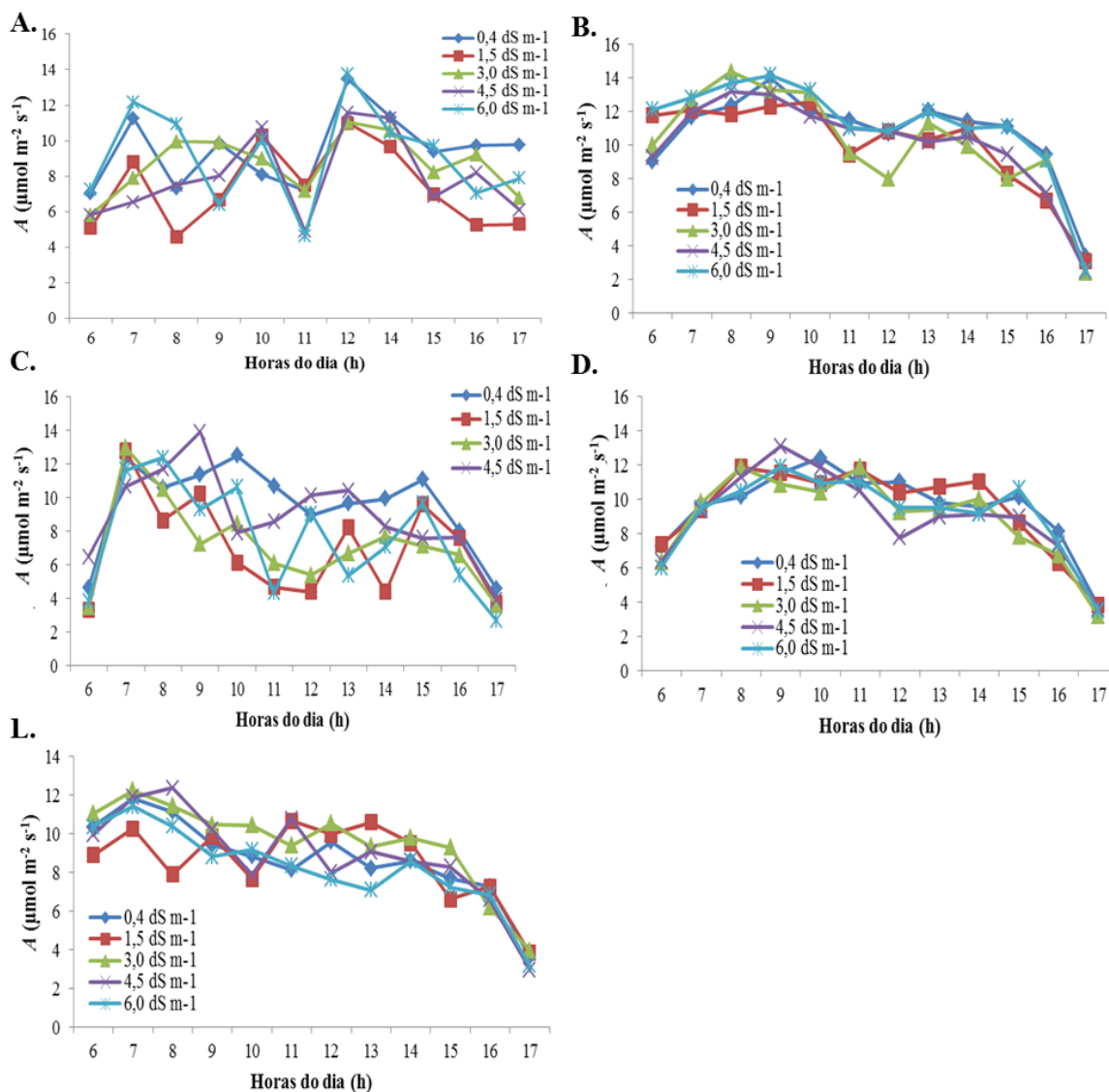
3.4.3 Fotossíntese

Em todos os tratamentos, no decorrer do dia, os maiores valores de A ocorreram na parte da manhã, decaindo ao redor do meio-dia (Figura 3.13). Essa redução da fotossíntese se deve provavelmente ao aumento da temperatura foliar (T_f) e a diferença de pressão de vapor entre a folha e o ar ($DPV_{\text{folha-ar}}$), conforme já foi verificado por outros autores (MACHADO *et al.*, 2001; MEDINA, 2002; RIBEIRO; MACHADO, 2007).

A diminuição da fotossíntese durante o curso de um dia está relacionada ao fechamento parcial dos estômatos. Ao redor do meio-dia, devido ao aumento de T_f e, conseqüentemente aumento de $DPV_{\text{folha-ar}}$ e da radiação solar, há um aumento da demanda evaporativa. Em função das resistências ao fluxo da água no sistema solo-planta-atmosfera, há uma defasagem entre a demanda e o fornecimento de água pelo sistema radicular, causando o fechamento parcial dos estômatos e queda de A (MACHADO *et al.*, 2002; RIBEIRO ;MACHADO, 2007).

A radiação solar é um dos fatores ambientais que mais influenciam o crescimento e a distribuição das espécies vegetais em diversos ecossistemas, em que seus valores variam de forma temporal e espacial, interferindo na rota fotossintética das plantas. Medina, Machado e Gomes (1999) atribuíram o aumento da fotossíntese até às 9:00 horas ao incremento da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos, fato que parece ter ocorrido aqui, mesmo com a utilização em todos os curso diários uma fonte de luz constante de $1000 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Figura 3.13 – Cursos diários de fotossíntese (A) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1}), nos meses de fevereiro (A), abril (B), junho (C), agosto (D) e outubro (E) de 2012 (120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos sais). Pacajus – CE.



Segundo Habermann *et al.* (2003) e Pimentel *et al.* (2004), estudando níveis de irradiância ideal para fotossíntese, condutância e transpiração em diversas variedades de citros, verificaram que a saturação da fotossíntese é alcançada com radiação na faixa de 600 a 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Já Machado *et al.* (2005) concluiu que o ponto de saturação não ficou bem definido, pois acima de 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ foram constatadas respostas positivas para a fotossíntese. Logo, esse ponto de saturação de irradiância para as trocas gasosas vai depender da cultura e da variedade escolhida.

3.5 Crescimento das plantas

3.5.1 Altura e diâmetro do caule das plantas

A salinidade não afetou a altura das plantas (AP) em todo o período de condução do experimento (Tabela 3.5).

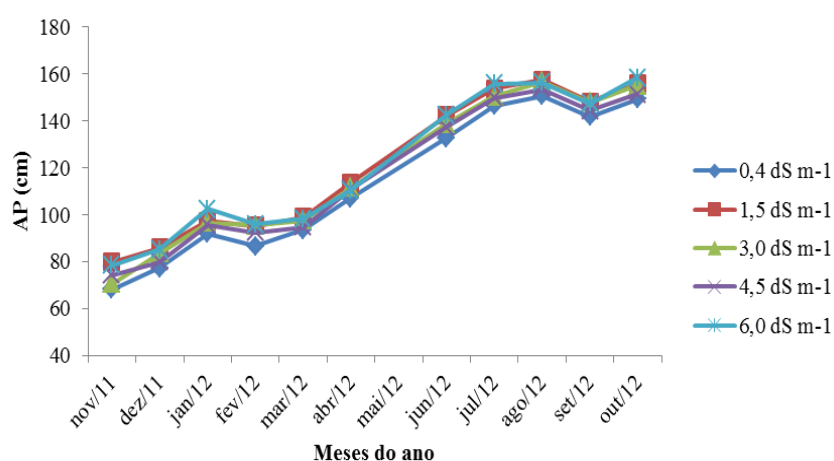
Tabela 3.5 - Análise de variância para altura de plantas (AP) do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de novembro de 2011 (antes da aplicação dos sais) a outubro de 2012 (360 dias após a aplicação dos tratamentos). Pacajus – CE.

		AP (cm)										
		Quadrados médios										
FV	GL	nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
Blocos	3	70,844 ns	36,736 ns	100,644 ns	72,287 ns	116,208 ns	164,954 ns	123,708 ns	135,253 ns	101,369 ns	94,045 ns	109,853 ns
Tratamentos	4	101,284 ns	54,370 ns	58,167 ns	62,518 ns	21,504 ns	21,856 ns	65,445 ns	52,643 ns	32,007 ns	30,917 ns	53,464 ns
Resíduo	12	80,407	64,207	87,808	82,027	44,544	75,652	121,914	145,581	149,778	120,975	149,345
Média		74,26	82,39	96,86	93,18	96,60	110,78	138,75	151,24	154,94	145,92	154,01
CV(%)		12,07	9,73	9,67	9,72	6,91	7,85	7,96	7,98	7,90	7,54	7,93

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Tavares *et al.* (2011), avaliando a altura de clones de cajueiro-anão precoce (BRS 189, BRS 226, BRS 265, CCP 09 e CCP 76) no primeiro ano de cultivo, observaram que as plantas obtiveram uma média de 0,95 m. Já nesse experimento, com a mesma idade (fevereiro de 2012), as plantas de CCP 06 alcançaram valores de 0,93 m (Figura 3.14), bem similar ao que foi mencionado acima. Segundo Barros *et al.* (2000), estudando trinta clones de cajueiro-anão precoce, plantas com o mesmo tempo de experimento obtiveram uma altura de apenas 0,76 m.

Figura 3.14 – Altura de plantas (AP) do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas durante todo o experimento (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). Pacajus – CE.



Essa divergência entre os valores pode ser decorrente do fato de que neste experimento as plantas foram irrigadas, aumentando assim o crescimento vegetativo da planta, diferentemente do que aconteceu no experimento mencionado, em que plantas do clone CCP 06 foram cultivadas sob regime de sequeiro. Houve um aumento da altura da planta ao longo do ano. No começo do experimento (antes da aplicação dos sais), as plantas atingiram uma média de 74 cm, já no mês de outubro, final do experimento (360 dias de aplicação dos níveis de salinidade), esses valores ficaram em torno de 154 cm, aumentando assim cerca de 100% desde o começo do experimento (novembro de 2011).

A salinidade também não afetou o diâmetro do caule (DC) das plantas em todo o período de condução do experimento (Tabela 3.6). Tavares *et al.* (2011), avaliando o diâmetro do caule de clones de cajueiro-anão precoce no primeiro ano de cultivo, observaram uma média de 21 mm, similar ao encontrado neste experimento, que foi de aproximadamente 28 mm (fev/12). Houve um aumento do diâmetro do caule da planta ao longo do ano.

Tabela 3.6 - Análise de variância para diâmetro das plantas (DC) do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), nos meses de novembro de 2011 a outubro de 2012 (30 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos, respectivamente). Pacajus – CE.

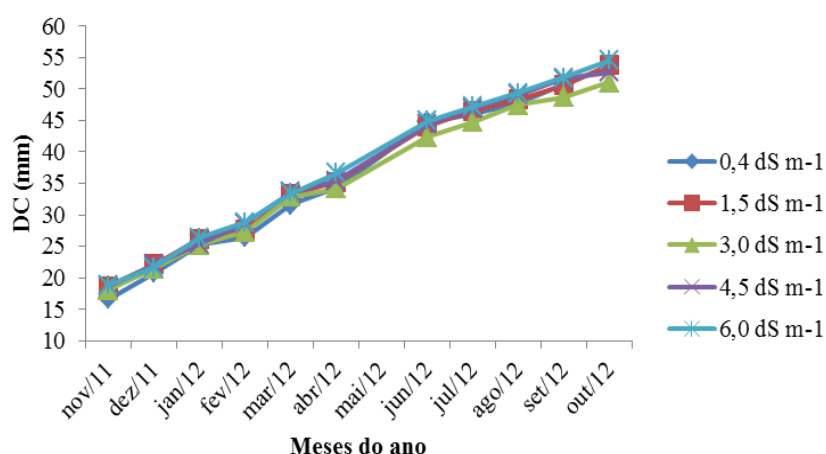
		DC (mm)										
		Quadrados médios										
FV	GL	nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
Blocos	3	2,237 ns	1,468 ns	1,244 ns	0,617 ns	3,767 ns	6,855 ns	3,232 ns	9,061 ns	6,897 ns	2,794 ns	9,094 ns
Tratamentos	4	3,184 ns	1,182 ns	1,189 ns	3,875 ns	2,488 ns	4,077 ns	4,148 ns	3,633 ns	2,569 ns	6,048 ns	6,954 ns
Resíduo	12	4,058	3,593	2,6929	6,0675	5,361	10,056	6,441	13,744	8,000	12,04	23,06
Média		18,22	21,62	25,7	27,78	32,99	35,16	44,13	46,33	48,43	50,70	53,13
CV(%)		11,05	8,77	6,39	8,87	7,02	9,02	5,75	8,00	5,84	6,84	9,04

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

No começo do experimento (antes da aplicação dos sais), as plantas atingiram uma média de 18,2 mm, já no mês de outubro, final do experimento (360 dias de aplicação dos níveis de salinidade), esses valores ficaram em torno de 53 mm, aumentando assim quase o triplo desde o começo do experimento (novembro de 2011) (Figura 3.15).

A importância de se avaliar o diâmetro do caule, segundo Mesquita *et al.* (2004), está na propriedade desta variável poder expressar o vigor da planta, devido à importância do crescimento do câmbio vascular que é responsável pela formação de novas camadas do floema e xilema e pelo aumento do diâmetro do caule e dos ramos.

Figura 3.15 – Diâmetro do caule de plantas (DC) do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas durante todo o experimento (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). Pacajus – CE.



3.5.2 Área foliar

Não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados para a área foliar (Tabela 3.7). Esse resultado é decorrente da não existência de diferença estatística entre os níveis de salinidade para as variáveis de taxa fotossintética e crescimento das plantas, uma vez que redução na área foliar faz com que ocorra diminuição na área de captação de energia luminosa, bem como na fixação de CO₂ por unidade de área (MARSCHNER, 1995).

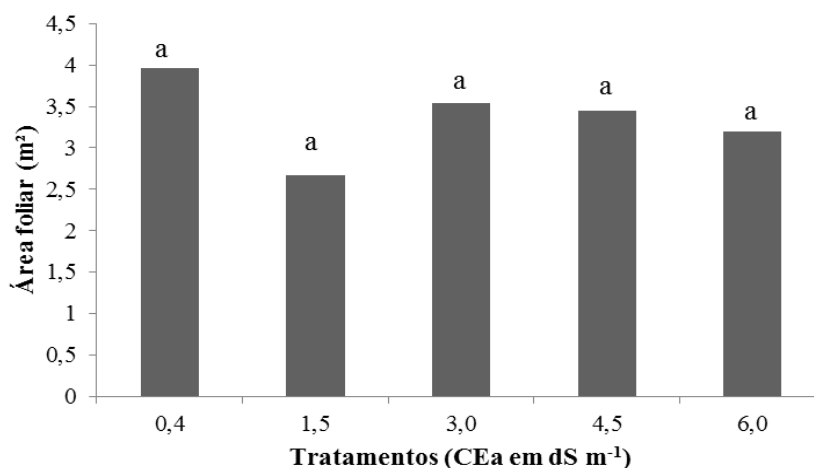
Tabela 3.7 – Análise de variância para a área foliar de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce após 12 meses de aplicação dos tratamentos com águas de diferentes concentrações salinas - CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹).

FV	GL	Quadrados médios
		Área foliar (m ²)
Blocos	2	1,533 ns
Tratamentos	4	0,685 ns
Resíduo	8	0,806
Média		3,36
CV(%)		26,71

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

A média obtida para essa variável de crescimento (área foliar) foi 3,36 m² (Figura 3.16).

Figura 3.16 – Área foliar de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce após 12 meses de aplicação dos tratamentos (irrigação com águas de diferentes concentrações salinas - CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹).



Médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O nível de tolerância de uma espécie vegetal pode ser expresso em termos da porcentagem de biomassa produzida ou da porcentagem de sobrevivência (MUNNS, 2002). A expressão da tolerância como percentual de biomassa produzida em condições salinas versus a produção em condições controle, por um período de tempo prolongado, evidencia diferenças dramáticas entre as espécies. O cultivo a 20 mM ou 2,0 dS m⁻¹ de NaCl, por um dado período de tempo, poderá acarretar na morte de espécies sensíveis, como o feijão, provocar reduções

de até 60% na biomassa de espécies como o algodão; ou reduzir em 20% o peso da matéria seca da beterraba (WILLADINO; CAMARA, 2010).

3.5.3 Matéria seca

Não houve diferença significativa entre os níveis de salinidade aplicados para as matérias secas das folhas e do caule (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 - Análise de variância para matérias secas da folha (MSF) e do caule (MSC) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e coletadas no mês de outubro de 2012 (360 dias após a aplicação de tratamentos). Pacajus – CE.

FV	GL	Quadrados médios	
		MSF	MSC
Blocos	2	25194,802 ns	422694,542 *
Tratamentos	4	9369,108 ns	68873,484 ns
Resíduo	8	9586,906	57006,513
Média		411,46	1496,55
CV(%)		23,80	15,95
		Médias	
Concentração (dS m ⁻¹)		(g)	
0,4		483,94	1715,87
1,5		329,96	1338,85
3,0		433,74	1553,34
4,5		407,36	1371,68
6,0		402,30	1502,99

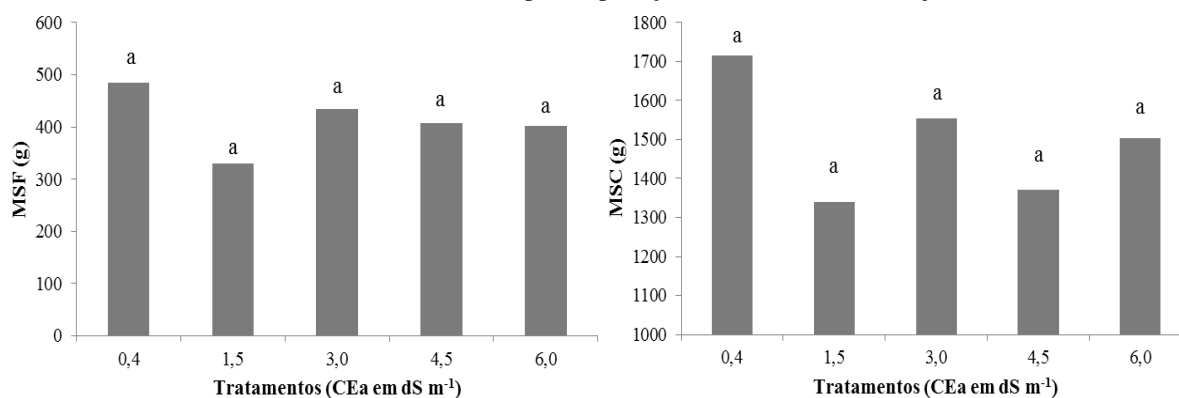
*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Diferentemente do que aconteceu neste experimento, Bezerra (2001), Carneiro *et al.* (2002) e Sousa (2011) observaram que a produção de matéria seca da parte aérea e área foliar do cajueiro-anão precoce foi afetada negativamente pela salinidade. Este efeito parece depender da forma de aplicação da água e da idade da planta, visto que neste experimento a irrigação, com microaspersores, de plantas adultas com água salina de até 6,0 dS m⁻¹ durante 12 meses, não provocou mudanças no desempenho fotossintético das plantas, o que favoreceu a manutenção do crescimento e da produção de matéria seca do cajueiro-anão precoce. Estudos de campo, como este, que visem analisar o impacto da aplicação de águas salinas no

cultivo de plantas, em particular desta espécie, e as alterações observadas no solo, poderão contribuir com à utilização e o manejo racional dos recursos hídricos e salinos da região.

A média de todas as plantas nos diferentes níveis de salinidade em relação à matéria seca da folha foi de aproximadamente 411 g, já para a matéria seca do caule foi de 1.496 g (Figura 3.17).

Figura 3.17 – Matéria seca das folhas (MSF) e do caule (MSC) de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), coletadas no mês de outubro de 2012 (360 dias após a aplicação de tratamentos). Pacajus – CE.



Médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.6 Produtividade da castanha

A produtividade de castanhas de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce no primeiro ano de produção não foi afetada pela salinidade (Tabela 3.9).

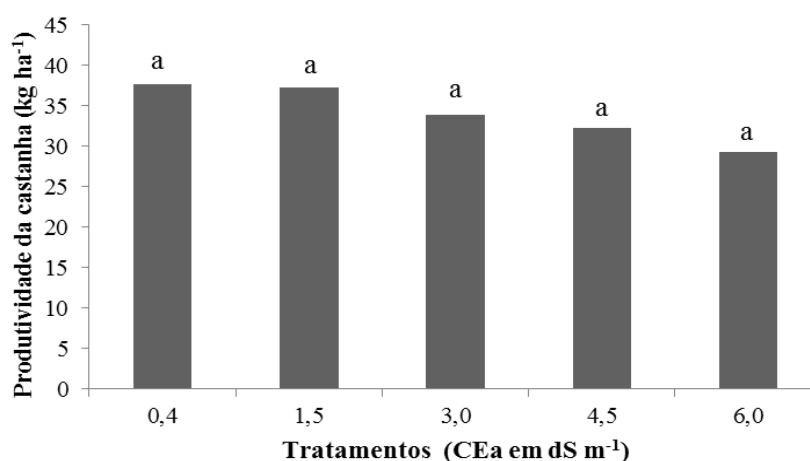
Tabela 3.9 – Análise de variância para produção do primeiro ano de castanhas de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹).

FV	GL	Quadrados médios
		Produtividade de castanha (kg ha ⁻¹)
Blocos	2	15,012 ns
Tratamentos	4	35,406 ns
Resíduo	8	17,547
Média		34,10
CV(%)		12,29

*, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

O cajueiro-anão precoce se caracteriza pelo florescimento e frutificação já no primeiro ano da planta, entretanto, a produção do primeiro ano é insignificante, normalmente alcançando um ou poucos frutos em decorrência do pequeno desenvolvimento das plantas, razão pela qual é recomendável a retirada da inflorescência para que ocorra um maior crescimento vegetativo (BARROS, 1988). Assim, a primeira colheita ocorre sempre no segundo ano da instalação do pomar, ainda com uma baixa produção de castanha. Aqui, a produtividade ficou em torno de 35 kg de castanha por hectare (Figura 3.18).

Figura 3.18 – Produtividade no primeiro ano de produção de castanha de plantas do clone CCP 06 de cajueiro-anão precoce, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,4, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹).



Médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A produtividade média, obtida com os principais clones de cajueiro-anão precoce recomendados pela Embrapa Agroindústria Tropical, quando cultivados sem o uso da irrigação, no primeiro ano, é a seguinte: CCP 09 (51 kg ha⁻¹), CCP 76 (31 kg ha⁻¹) e CCP 1001 (65 kg ha⁻¹) (BARROS *et al.*, 1993).

Segundo Barros *et al.* (2000), a produtividade do clone CCP 06 no primeiro ano de cultivo, sob regime de sequeiro, foi de 62,4 kg ha⁻¹, essa média foi mais alta do que o encontrado nas plantas controle (CEa de 0,4 dS m⁻¹), mesmo o pomar sendo irrigado. Essa diferença pode ser decorrente do fato de que no ano de 1991, havia chovido aproximadamente 700 mm, e neste experimento, no ano da colheita, choveu em torno de 500 mm. Logo o ano de 2012 foi atípico em relação a pluviometria no município de Pacajus, diminuindo a produtividade da castanha. Ademais, ocorreu um ataque de oídio durante a floração do clone, prejudicando a formação da castanha e do fruto do cajueiro-anão precoce.

4 CONCLUSÕES

A irrigação com água salina proporcionou um acréscimo nos teores de Na e Cl nas folhas.

Os sais não afetaram as variáveis de trocas gasosas, exceto para transpiração e condutância estomática no mês de outubro (360 dias após a aplicação dos tratamentos).

As trocas gasosas do cajueiro-anão precoce foram maiores no período entre 8:00 e 10:00 horas.

O tempo de exposição e os níveis salinos não influenciaram o crescimento das plantas de cajueiro-anão precoce.

O clone CCP 06 é tolerante à salinidade nas condições estudadas, em que a maior CEa aplicada foi de 6,0 dS m⁻¹.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os clones de cajueiro-anão precoce (CCP 06 e BRS 265) cultivados em containers foram tolerantes até a CEa aplicada de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, afetando o crescimento e trocas gasosas dos mesmos, enquanto que as plantas do campo (CCP 06) foram tolerantes até a CEa de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ para o mesmo tempo de exposição às concentrações salinas (12 meses de experimento). Não houve diferença entre os clones estudados (CCP 06 e BRS 265) em relação à tolerância dos mesmos.

Nos clones cultivados em containers, aplicando uma CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, os teores de cloreto e sódio nas folhas alcançaram valores de $8,66$ e $10,27 \text{ mg g}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente. Já para as plantas cultivadas em campo, aplicando uma CEa de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$, ou seja, com o dobro de sais aplicados, os teores de cloreto e sódio foram mais baixos ($7,30$ e $4,14 \text{ mg g}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente), não causando toxidez às plantas. Por isso, não se observou ocorrência de injúrias nas mesmas, como as bordas das folhas queimadas, amarelecimento da parte aérea e morte das plantas no campo.

Para os dois experimentos, os resultados dos cursos diários apontaram que as trocas gasosas foram mais eficientes no período entre 7:00 e 10:00 horas da manhã, pois é nesse horário que as plantas apresentam as maiores taxas fotossintéticas, com menores valores de transpiração da planta.

Em suma, diferenças de comportamento das plantas em relação às variáveis de trocas gasosas e crescimento das plantas nos dois experimentos, foram observadas, basicamente, nas plantas cultivadas em containers. Nesses, para o mesmo tempo de exposição aos sais (360 dias) e para o maior nível de sal aplicado (CEa de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$) a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo foi de $12,90 \text{ dS m}^{-1}$, quase o dobro dos valores de condutividade elétrica do solo das plantas cultivadas no campo (CEs de $6,40 \text{ dS m}^{-1}$).

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. de J. N., BARRETO JUNIOR, J. H. C., LIMA, M. W. de. **Dados climatológicos: Estação de Pacajus, 2003**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2004. 16p. (Documentos, 85).
- AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J.T.; LACERDA, C.F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro-anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 01, p. 113-121, 2010.
- AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. de. Produção e fisiologia de plantas de cajueiro-anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, p. 1014-1020, 2011.
- ANGELOCCI, L. R.; MARIN, F. R.; OLIVEIRA, R. F.; RIGHI, E. Z. Transpiration, leaf diffusive conductance, and atmospheric water demand relationship in an irrigated acid lime orchard. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 53-64, 2004.
- BARROS, L. M. Melhoria. In: LIMA, V.P.M.S. (Ed.). **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1988. p. 321-356 (Estudos Econômicos e Sociais, 35).
- BARROS, L. M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORREA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 65p. (Circular Técnica, 1).
- BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; PAIVA, J. R. de; CRISÓSTOMO, J. R.; CORRÊA, M. P. F.; LIMA, A. C. Seleção de clones de cajueiro anão para o plantio comercial no estado do Ceará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2197-2204, 2000.
- BEZERRA, I. L. **Produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão precoce, usando águas de diferentes salinidades**. 2001. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. de S.; GURGEL, M. T.; NOBRE, R. G. Germinação, formação de porta- enxertos e enxertia de cajueiro-anão precoce, sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 420-424, 2002.
- BEZERRA, M. A.; OLIVEIRA, R. A. de; LACERDA, C. F. de; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fotossíntese de Plantas de Cajueiro-Anão Precoce Submetidas ao Estresse Salino. **Proceedings Interamerican Society For Tropical Horticultural**, Flórida, v. 47, p. 149-152, 2003.
- BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 157-164, 2009.

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.

CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. **Produção de mudas de cajueiro**. Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 42, 2001.

CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; MATOS, N. N.; SILVEIRA, J. A. G. **Comportamento estomático do porta-enxerto CCP-06 e da muda enxertada CCP 76/06, submetidos aos estresses hídrico e salino**. 1. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 16p.

COSTA, P. H.; SILVA, J. V.; BEZERRA, M. A.; ENÉAS-FILHO, J.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Crescimento em níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, p. 289-297, 2003.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J. de; OLIVEIRA, V. H. de; RAIJ, B. V.; BERNARDI, A. C. de C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro-anão precoce: Aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2003. 8p. (Circular Técnica, 8).

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

FAO. **Water in agriculture: opportunity untapped**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.

GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 03, p. 371-374, 1984.

GHEYI, H. R.; CORREIA, K.G.; FERNANDES, P. D. Salinidade do solo e crescimento e desenvolvimento das plantas. **In**: NOGUEIRA, R. J. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. Estresses Ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRPE: Imprensa Universitária, 2005, p. 95-105.

GUILHERME, E. de A.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Desenvolvimento de plantas adultas de cajueiro-anão precoce irrigadas com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 253-257, 2005.

HABERMANN, G.; MACHADO, E. C.; RODRIGUES, J. D.; MEDINA, C. L. Gas exchange rates at different vapor pressure deficits and water relations of "Pera" sweet orange plants with citrus variegated chlorosis (CVC). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 98, p. 233-245, 2003.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Molecular Biology**, New York, v. 51, p. 463-499, 2000.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 49, p. 107-120, 2003.

MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F.; MEDINA, C. L.; SOUZA, R. P.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, J. A. B.; STUCHI, E. S.; PAVANI, L. C. Respostas fisiológicas de laranja, "Natal" com clorose variegada dos citros (CVC) sob irrigação em condições de campo, em diferentes meses do ano. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL**, 8., Ilhéus, 2001. Cd - Rom.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. M. A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranja "Valência". **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 53-58, 2002.

MACHADO, E. C. SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese a fatores ambientais em três espécies de citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 1161-1170, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London: **Academic Press**, 1995, 889p.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja "Valencia" sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 11, p. 29-34, 1999.

MEDINA, C. L. **Fotossíntese, relações hídricas e alterações bioquímicas em laranja "Pêra" com CVC e submetida à deficiência hídrica**. 2002. 147 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MESQUITA, R. C. M.; PARENTE, J. I. G.; MONTENEGRO, A. A. T.; MELO, F. I. O.; PINHO, J. L. N. de; JÚNIOR CAVALCANTI, A. T. Influência de regimes hídricos na fenologia do crescimento de clones e progênies de cajueiro precoce e comum nos primeiros vinte meses. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 96-103, 2004.

MESQUITA, R. O.; BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Desenvolvimento e distribuição de íons em plântulas de cajueiro-anão precoce cultivadas em diferentes substratos e submetidas ao estresse salino. **In: ANNALS DO WORKSHOP MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA**, 2007, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2007. 1 CD-ROM.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

NIU, X.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M.; PARDO, J. M. Ion homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 109, n. 2, p. 735-742, 1995.

PIMENTEL, C.; RIBEIRO, R. V.; SANTOS, M. G. dos; OLIVEIRA, R. F. de; MACHADO, E. C. Effects of changes in the photosynthetic photon flux density on net gas exchange of *Citrus limon* and *Nicotiana tabacum*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, 2004.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production**. FAO. Roma. 1992.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: revisiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, p. 393-411, 2007.

SAKAMOTO, A.; MURATA, N. The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 163-171, 2002.

SEBANEK, J. **Plant Physiology**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1992. 453p.

SILVA, B. G.; LEMOS FILHO, J. P. de. Relações hídricas em espécies lenhosas no campus Pampulha/UFMG, Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 519-525, 2001.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F.; COSTA, P. H.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J.T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, p. 99-105, 2003.

SOUSA, A. B. O. ; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C.; LACERDA, C. F. Trocas gasosas de plântulas de cajueiro comum sob estresse salino. **In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2010, Natal. XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010.

SOUSA, A. B. O. de. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cajueiro-anão precoce sob irrigação salina**. 2011. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 918p.

TAVARES, T. M.; TAVARES, T. M.; SIEBENEICHLER, S. C.; CAVALCANTI, J. J. V.; SOUZA, C. M. de; NUNES, T.V.; CAVALCANTI, J.J.V.; AFÉRRRI, F.S.; SIEBENEICHLER, S.C.; SOUZA, C.M. Desempenho fenológico de progênies de meio-irmãos de cajueiro-anão precoce na região central do Tocantins no primeiro ano de plantio. **Agrária (Online)**, Recife, v. 6, p. 98-104, 2011.

VIEIRA JÚNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R. F. de; PERES, L. E. P.; MARTIN, T. N.; MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; Relações entre o potencial e a temperatura da folha de plantas de milho e sorgo submetidas a estresse hídrico. **Acta Scientia Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 555-561, 2007.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 6, p. 1-23, 2010.