

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

PRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE *JATROPHA* IRRIGADAS COM
ÁGUAS SALINIZADAS

MESSIAS FIRMINO DE QUEIROZ

Biblioteca UFPG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 10552/12

Campina Grande
Paraíba

MESSIAS FIRMINO DE QUEIROZ
- ENGENHEIRO AGRÔNOMO -

PRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE *JATROPHA* IRRIGADAS COM
ÁGUAS SALINIZADAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia
e Recursos Naturais da Universidade Federal de
Campina Grande, em cumprimento às exigências
para obtenção do Título de Doutor (*Doctor
scientiae*) em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES:

PEDRO DANTAS FERNANDES - Doutor – UFCG/CTRNUAEAg

JOSÉ DANTAS NETO – Doutor - UFCG/CTRNUAEAg

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- Q384p Queiroz, Messias Firmino de.
Produção de espécies de *jatropha* irrigadas com águas salinizadas /
Messias Firmino de Queiroz. – Campina Grande, 2012.
200f. : il., color.
- Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Orientadores: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes, Prof. Dr. José Dantas
Neto.
- Referências.
1. Irrigação e Drenagem. 2. *Euforbiaceae*. 3. Gotejamento. 4. Salinidade.
5. Evapotranspiração. I. Título.
- CDU 631.67(043)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



DOUTORADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**PRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE *JATROPHA* IRRIGADAS COM
ÁGUAS SALINIZADAS**

TESE

MESSIAS FIRMINO DE QUEIROZ

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO - 2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

MESSIAS FIRMINO DE QUEIROZ

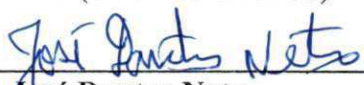
PRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE *JATROPHA* IRRIGADAS COM
ÁGUAS SALINIZADAS

BANCA EXAMINADORA

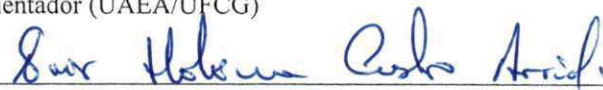
PARECER


Dr. Pedro Dantas Fernandes
Orientador (UAEA/CTRN/UFCG)

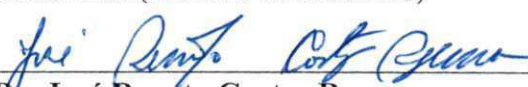
Aprovado


Dr. José Dantas Neto
Orientador (UAEA/UFCG)

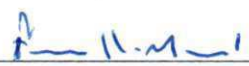
Aprovado


Dr.ª Nair Helena Castro Arriel
Examinadora (EMBRAPA/ALGODÃO)

Aprovado


Dr. José Renato Cortez Bezerra
Examinador (EMBRAPA/ALGODÃO)

APROVADO


Dr. Francisco José Loureiro Marinho
Examinador (CCA/UEPB)

Aprovado


Dr. Albericio Pereira de Andrade
Examinador (CCA/UEPB)

Aprovado


Dr. Alberto Soares de Melo
Examinador (CCBS/UEPB)

Aprovado

JULHO – 2012

A meus pais 'Joaquim Firmino Carneiro' (in memoriam) e 'Maria Anathilde de Queiroz Carneiro,' meus primeiros Mestres, pelo amor incondicional que sempre recebi, pelo cuidado, apoio e incentivo para com a minha formação cristã, educacional e profissional e por terem gratuitamente me dado todas as condições necessárias para chegar até aqui.

DEDICO

A minha esposa, Edileusa e aos meus três filhos, Felipe, Mateus e Letícia, pelo carinho recebido, apoio, paciência e compreensão durante os momentos de dedicação à Tese.

Aos meus queridos e estimados irmãos Sandra, Joaquim Junior, Lúcia, Diana, José Hilton e Marcos pela amizade, partilha, estímulo e pela nossa união.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, criador do céu, da terra e de toda criatura humana, toda honra e toda glória, sentido da minha existência, resposta infinita para o meu ser mendicante do Mistério;

Aos meus amigos orientadores Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes e Prof. Dr. José Dantas Neto, pela disponibilidade frutuosa e pelo desprendimento para com a minha formação profissional, assim como pela amizade viva que existe entre nós;

Aos membros da Banca Examinadora, pelas inquestionáveis e decisivas contribuições em prol da qualidade final da Tese;

À Embrapa Algodão, na pessoa do Chefe Geral Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, pela parceria selada na condução, execução e análises laboratoriais da Tese, assim como pela disponibilidade técnica de seus pesquisadores e equipes, Dra. Nair Helena Castro Arriel, Dr. Everaldo Paulo de Medeiros, Dr. Datanhã José Soares, Dr. Fábio Aquino de Albuquerque e Dr. José Wellington dos Santos, durante todo o período experimental da Tese;

À Fundação Arthur Bernardes da UFV e à PRPGP/PROPESQ da UEPB pela concessão da ajuda financeira para custear a pesquisa;

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG, nas pessoas do Dr. Dermeval, do Sr. Gilson e da Sra. Aparecida, pela presteza e amizade;

Aos professores da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG, pela amizade construída e pelos ensinamentos adquiridos, fundamentais para o meu aprendizado;

À Professora Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves pela cessão do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) para realização das análises de solo e água, assim como aos funcionários do 'LIS' pelo auxílio prestado nas análises de solo e água;

Aos Doutores Josely Dantas Fernandes e José Fideles Filho, pelas contribuições valiosas na realização da pesquisa, atuando com muita competência, presteza e dedicação;

Aos contribuintes da pesquisa: Celso Jonas, Osmar Carneiro, Eloi, Fernando, Gilberto Neto, Frederico Antonio, Sebastião, Maria Betânia, Janivan, Maniza, Weruska, Flaviana, José Carlos, César, Marcos Aurélio, Olívia, Hozaneide, Daniela, Washington, Josué, Ricardo, Ivoneide, Crisoneide, Saulo, Emanuela, Gilmara, José Rodrigues, Vanuze, Muller, Anderson, Mario Sergio, Carlos, Pedro, Joaquim, Francisco, Leandro, Fábio, Alexandre, Leoberto, Marcia, Shirleide, Antonio Fernandes, Adriana, Ednalvo, Josemar, Hugo, Alessandro, Ronaldo, Edilson, Mércia, Lourdinha, Angélica e aos demais professores, funcionários e alunos do CAMPUS II da UEPB, pessoas indispensáveis durante a pesquisa, pela amizade e contribuições valiosas para o sucesso do trabalho;

Por fim, minha gratidão a todos que, de alguma forma contribuíram, sendo partes indispensáveis na realização desta pesquisa.

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE APÊNDICES	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 <i>Jatropha</i> – origem e possibilidades de cultivo.....	4
3.1.1 Importância econômica e utilizações de <i>Jatropha curcas</i> L.	6
3.1.2 Produção	7
3.1.3 Uso do óleo como biocombustível	8
3.1.4 Clima e solo	10
3.2 Qualidade da Água	11
3.3 Evapotranspiração / Necessidades hídricas das culturas	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 Local do experimento.....	20
4.2 Fatores em estudos e delineamento estatístico.....	21
4.3 Instalação da irrigação.....	22
4.4 Produção e transplante das mudas do pinhão-manso, bravo e roxo.....	22
4.5 Tratos culturais	23
4.6 Solo do experimento	24
4.7 Determinação da declividade do solo.....	28
4.8 Análises físico-químicas das águas.....	28
4.9 Salinização da água de irrigação	29
4.10 Irrigações.....	30
4.10.1 Determinação da evapotranspiração de referência (ET _o)	30
4.10.2 Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e da vazão dos gotejadores (q)	34
4.11 Fenologia do pinhão-manso, bravo e roxo	34
4.12 Avaliações.....	34
4.12.1 Variáveis de crescimento	34
4.12.2 Variáveis Fisiológicas	36
4.12.3 Produção e seus componentes	36
Número de cachos por planta - NCP	36
Número de frutos por planta - NFP	37

Fitomassa de frutos por planta – FFP.....	37
Fitomassa de sementes por planta - FSP	37
Relação semente/fruto por planta – S/F	38
Teor de óleo das sementes (TOS).....	38
4.13 Salinidade do solo do experimento.....	38
4.14 Análises estatísticas	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Fenologia do pinhão-manso, bravo e roxo	40
5.2 Variáveis de crescimento.....	41
5.2.1 Altura de plantas (AP)	41
5.2.2 Diâmetro caulinar (DC)	51
5.2.3 Número de folhas por planta (NFOP).....	61
5.2.4 Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP)	71
5.2.5 Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC).....	79
5.3 Variáveis fisiológicas (trocas gasosas).....	87
5.3.1 Condutância estomática ‘gs’	87
5.3.2 Transpiração (T)	89
5.3.3 Taxa de fotossíntese líquida ‘TFL’	91
5.4 Componentes de produção.....	97
5.4.1 Número de cachos por planta ‘NCP’	97
5.4.2 Número de frutos por planta ‘NFP’	105
5.4.3 Fitomassa de frutos por planta ‘FFP’	115
5.4.4 Fitomassa de sementes por planta ‘FSP’	124
5.4.5 Relação semente / fruto ‘S/F’	134
5.4.6 Teor de óleo das sementes ‘TOS’	142
5.5 Salinidade do solo do experimento.....	148
5.5.1 Potencial Hidrogeniônico do extrato de saturação - pH_{es}	149
5.5.2 Condutividade elétrica do extrato de saturação - CE_{es}	150
5.5.3 Relação de adsorção de sódio - RAS.....	152
5.5.4 Percentagem de sódio trocável - PST	153
6. CONCLUSÕES	160
7. LITERATURA CITADA.....	161
8. APÊNDICE	177

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Principais vantagens ambientais, técnicas e socioeconômicas do biodiesel.....	9
Tabela 2 - Diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação.....	12
Tabela 3 - Classificação da água para irrigação quanto ao risco de salinidade	12
Tabela 4 - Classificação de solos afetados por sais	13
Tabela 5 – Períodos das avaliações de campo, nos meses de 2009 e 2010, definidos em dias após o transplântio das mudas (DAT).....	20
Tabela 6 – Atributos físico-hídricos e químicos (complexo sortivo) do material de solo, no início da pesquisa, em duas profundidades. Lagoa Seca, PB, 2009.....	25
Tabela 7 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo, no início da pesquisa, em duas profundidades. Lagoa Seca, PB, 2009	26
Tabela 8 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo aos 345 DAT na profundidade de 0-40 cm, após seis meses com aplicação dos tratamentos salinos. Lagoa Seca, PB, 2010.....	26
Tabela 9 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo aos 525 DAT nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, após seis meses sob a influência do período chuvoso. Lagoa Seca, PB, 2010.....	27
Tabela 10 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo ao final da pesquisa (615 DAT), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, após quatro meses com aplicação dos tratamentos salinos. Lagoa Seca, PB, 2010.....	27
Tabela 11 - Atributos físico-químicos da água (açude do CCAA/CAMPUS II/ UEPB) utilizada nas irrigações do experimento, durante a pesquisa. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	29
Tabela 12 – Resumo da precipitação pluviométrica total, da evapotranspiração de referência acumulada, da precipitação efetiva (máximo acumulável no solo) e da altura de água aplicada ao solo via irrigação no período de abril de 2009 (transplântio) até 30 de dezembro de 2010 (615 DAT), final da pesquisa. Lagoa Seca, PB	33
Tabela 13 – Fenologia do pinhão-manso, bravo e roxo determinada no ano de 2009, durante período chuvoso e sem aplicação dos tratamentos. Lagoa Seca, PB	40
Tabela 14 Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura de planta (cm) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15, 75 e 135 dias após o transplântio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	42
Tabela 15 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para altura de planta (cm) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	46
Tabela 16 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para altura de planta (cm) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	48
Tabela 17 Resumo da análise de variância e comparação de médias para diâmetro caulinar (mm) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15, 75 e 135 dias após o transplântio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	52
Tabela 18 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para diâmetro caulinar (mm) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	56

Tabela 19 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para diâmetro caulinar (mm) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	58
Tabela 20 Resumo da análise de variância e comparação de médias para número de folhas por planta do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15, 45, 75, 105, 135 e 165 dias após o transplantio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	62
Tabela 21 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para número de folhas por planta (NFOP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	65
Tabela 22 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para número de folhas por planta do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	67
Tabela 23 Resumo da análise de variância e comparação de médias para taxa de crescimento relativo em altura de plantas ($\text{cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15-45, 45-75, 75-105, 105-135 e 135-165 dias após o transplantio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	72
Tabela 24 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para taxa de crescimento relativo em altura de plantas ($\text{cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, aos 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	76
Tabela 25 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para taxa de crescimento relativo em altura de plantas do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009.....	78
Tabela 26 Resumo da análise de variância e comparação de médias para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar ($\text{mm.mm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15-45, 45-75, 75-105, 105-135 e 135-165 dias após o transplantio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	80
Tabela 27 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) ($\text{mm mm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, aos 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	84
Tabela 28 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009.....	86
Tabela 29 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para condutância estomática 'gs', transpiração 'T' e taxa de fotossíntese líquida 'TFL' do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, aos 600DAT. Lagoa Seca, PB, 2010.....	94
Tabela 30 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para condutância estomática 'gs', transpiração 'T' e taxa de fotossíntese líquida 'TFL' do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, aos 600 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010.....	96
Tabela 31 Resumos de análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para número de cachos por planta (NCP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	99
Tabela 32 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para número de cachos por planta (NCP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	101

Tabela 33 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para num. de frutos por planta (NFP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 14 períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	108
Tabela 34 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para número de frutos por planta (NFP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	110
Tabela 35 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para fitomassa de frutos por planta (FFP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	119
Tabela 36 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para fitomassa de frutos por planta (FFP) (g) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	121
Tabela 37 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para fitomassa de sementes por planta (FSP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 14 períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	129
Tabela 38 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para fitomassa de sementes por planta (FSP) (g) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	131
Tabela 39 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para relação semente / fruto por planta (S/F) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 14 períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	137
Tabela 40 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para relação semente / fruto por planta (S/F) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	139
Tabela 41 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para teor de óleo das sementes (%) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, no período de coleta de 195-345 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009.....	146
Tabela 42 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para teor de óleo das sementes (%) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, no período de coleta de 195-345 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009	148
Tabela 43 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para pH_{es} : $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$, CE_{es} , RAS e PST, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, irrigados com água salinizada, aos 615 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010	158
Tabela 44 Médias e equações de regressões para salinidade do solo (pH_{es} , CE_{es} , RAS e PST) irrigado com os tratamentos salinos e em sequeiro, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, aos 615 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010	159

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2010, Lagoa Seca - PB	21
Figura 2 Médias mensais de precipitação pluviométrica e de evapotranspiração de referência (ET _o) no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2010, Lagoa Seca - PB	21
Figura 3. Valores médios da altura de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	49
Figura 4. Evolução da altura de planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	50
Figura 5. Valores médios de diâmetro caulinar de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	59
Figura 6. Evolução do diâmetro caulinar do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	60
Figura 7. Valores médios do número de folhas por planta do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 195, 225, 255, 285, 315, 345, 435, 525 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	69
Figura 8. Evolução do número de folhas por planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 195, 225, 255, 285, 315, 345, 435, 525 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	70
Figura 9. Taxa de crescimento relativo em altura de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), aos 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	78
Figura 10. Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), aos 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	86
Figura 11. Condutância estomática, transpiração e taxa de fotossíntese líquida de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), aos 600 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	96
Figura 12. Valores médios de número de cachos por planta do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 435, 495 e 555 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	103
Figura 13. Evolução do número de cachos por planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 435, 495 e 555 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais em transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010	104
Figura 14. Valores médios do número de frutos por planta do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010.....	113

- Figura 15. Evolução do número de frutos por planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010..... 114**
- Figura 16. Valores médios da fitomassa de frutos por planta (g) do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010 123**
- Figura 17. Valores médios da fitomassa de sementes por planta (g) do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010..... 133**
- Figura 18. Valores médios da relação semente / fruto por planta (S/F) do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010..... 141**
- Figura 19. Valores médios do teor de óleo das sementes (%) de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), aos 195-345 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009..... 148**
- Figura 20. Salinidade do solo [pH (A e B), CEes (C e D), RAS (E e F) e PST (G e H)], nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), aos 615 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010..... 159**

LISTA DE APÊNDICES

	Pág.
Apêndice I - Croqui do experimento	177
Apêndice II Produção de mudas de pinhão-manso, bravo e roxo em viveiro	179
Apêndice III – Bloco 01 do experimento	180
Apêndice IV – Quadro de análises resumido para parcelas subdivididas no espaço (A) e em blocos casualizados para testar os contrastes entre os tratamentos salinos vs sequeiro (B)	181
Apêndice V – Croqui da subparcela experimental	182
Apêndice VI – Croqui do bloco com os tratamentos adicionais em sequeiro.....	183
Apêndice VII – Coleta de solo para análises em Laboratório.....	184
Apêndice - VIII Salinização das águas com NaCl de acordo com os tratamentos	185
Apêndice IX – Cálculo de NaCl por tratamento	187
Apêndice X — Processo de irrigação.....	188
Apêndice XI – Quantificação do volume das caixas de 3000 L.....	189
Apêndice XII - Sistema de irrigação por gotejamento.....	190
Apêndice XIII – Planilha de irrigação.....	192
Apêndice XIV– Determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) e vazão dos gotejadores (repetição 1).....	193
Apêndice XV - Determinação da altura, diâmetro caulinar e número de folhas	196
Apêndice XVI - Determinações fisiológicas – Trocas gasosas.....	197
Apêndice XVII - Determinações da produção.....	198

RESUMO

PRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE *JATROPHA* IRRIGADAS COM ÁGUAS SALINIZADAS

Jatropha curcas L., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill e *Jatropha gossypifolia* L. são oleaginosas, pertencentes à família *Euforbiaceae*, e apresentam potencial para produção de biodiesel e de matéria-prima para indústria química, havendo carência de pesquisas relativas aos seus cultivos irrigados com águas salinizadas. Foi feita uma pesquisa de campo conduzida no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba durante o período de abril de 2009 a dezembro de 2010. Objetivou-se avaliar os efeitos da salinidade sobre o crescimento, produção, índices fisiológicos, fases fenológicas e teor de óleo das plantas, bem como impactos no solo, ao final da pesquisa. Os tratamentos consistiram da combinação das três espécies de *Jatropha* e cinco níveis de salinidade (1,20; 1,80; 2,40; 3,00 e 3,60 dS m⁻¹, a 25 °C) aplicados por gotejamento, com uma lâmina de irrigação para repor a evapotranspiração de referência, mais três tratamentos adicionais à parte e em sequeiro para contrastar com os tratamentos salinos, totalizando 18 tratamentos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas no espaço, 3 x 5 + 3, com 3 repetições, totalizando 18 parcelas e 54 subparcelas experimentais. Cada parcela foi subdividida em três subparcelas, uma para cada espécie de *Jatropha*, cada uma com 18 plantas, área total de 67,5 m² (9 x 7,5 m), sendo 15,0 m² de área útil (4 plantas). Os seguintes dados foram analisados: variáveis de crescimento, de produção, fisiológicas e teor de óleo das sementes, além de atributos químicos do solo. As fases fenológicas das três espécies de *Jatropha* diferiram cronologicamente. Até 165 dias após o transplantio: *J. mollissima* cresceu mais em altura de planta; *J. curcas* cresceu mais em diâmetro caulinar; *J. gossypifolia* emitiu mais folhas por planta e as maiores médias de número de folhas por planta das três espécies de *Jatropha* ocorreram durante a fase de frutificação. As maiores taxas de crescimento relativo em altura de plantas e em diâmetro caulinar ocorreram na fase de crescimento vegetativo, com *J. mollissima* mais eficiente em altura de planta e *J. curcas* mais eficiente em diâmetro caulinar. As menores taxas de crescimento relativo em altura de planta e em diâmetro caulinar nas três espécies de *Jatropha* coincidiram com as fases produtivas das plantas. Condutividades elétricas da água até 3,60 dS m⁻¹ não afetaram as variáveis de crescimento, de produção e o teor de óleo das três espécies de *Jatropha*. Volume de chuva de 1594,50 mm, até 615 dias após o transplantio, contribuíram com crescimento e produção similar das três espécies de *Jatropha* nas condições salinas e de sequeiro. Até 615 dias após o transplantio, sob influência dos níveis de salinidade, cada planta produziu em média: cachos: *J. gossypifolia* (951,18 cachos), *J. curcas* (280,95 cachos), *J. mollissima* (214,42 cachos); frutos: *J. gossypifolia* (3.065,77 frutos), *J. curcas* (867,25 frutos), *J. mollissima* (480,05 frutos); fitomassa de frutos: *J. curcas* (2.148,93 g), *J. mollissima* (1.259,25 g), *J. gossypifolia* (1.088,28 g); fitomassa de sementes: *J. curcas* (1.477,82 g), *J. gossypifolia* (334,72 g), *J. mollissima* (216,70 g) e teor de óleo: *J. curcas* (27,81%), *J. gossypifolia* (22,36%), *J. mollissima* (19,58%). Aos 600 dias após o transplantio, os níveis de salinidade diminuíram a condutância estomática, a transpiração e a taxa de fotossíntese líquida de *J. curcas* e não afetaram *J. mollissima* e *J. gossypifolia*. A lavagem do solo por meio das chuvas lixiviaram os sais. No final da pesquisa, após 120 dias, sob baixo volume de chuvas, alta taxa de evapotranspiração e irrigação com águas salinizadas aumentaram o potencial hidrogeniônico do extrato de saturação, a condutividade elétrica do extrato de saturação e a porcentagem de sódio trocável do solo, caracterizando-o como ligeiramente salino e sódico.

Palavras-chave: *Euforbiaceae*, gotejamento, salinidade, evapotranspiração

ABSTRACT

PRODUCTION OF *JATROPHA* SPECIES IRRIGATED WITH SALINATED WATERS

Jatropha curcas L., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill and *Jatropha gossypifolia* L. are oilseeds, belonging to the genus *Euforbiaceae*, that demonstrate a potential for biodiesel production and are used as raw material for the chemical industry. These species, however, fall short of scientific data on crops irrigated with salinated waters. A field research was conducted at the agronomic and environmental research center of Paraíba State University (UEPB), Brazil, during the period of April 2009 through December 2010. The objective was to evaluate the salinity effects on plant growth, production, physiological indexes, phenological phases, and oil content as well as the impact on the soil. Treatments employed consisted of the combination of the three *Jatropha* species and five salinity levels (1.20; 1.80; 2.40; 3.00 and 3.60 dS m⁻¹, at 25 °C), one drip irrigation depth to replenish reference evapotranspiration, plus three additional separate rainfed treatments to contrast with the saline treatments, totaling 18 treatments altogether. The experiment adopted a randomized complete block design divided in land plots (3 x 5 + 3), with three replications, totaling 18 plots and 54 subplots. Each plot was subdivided into three subplots, one for each *Jatropha* species, each containing 18 plants and a total area of 67.5 m² (9 x 7.5 m), and 15.0 m² of useable plot area (4 plants). The following data were analyzed: growth, production, and physiological variables, seed oil content as well as the chemical attributes of the soil. The phenological phases of the three *Jatropha* species differed chronologically. Up to 165 days after transplanting, *J. mollissima* outgrew the other two species in plant height; *J. curcas* outgrew the others in stem diameter; *J. gossypifolia* displayed the highest leaf yield per plant and the highest leaf yield of the three *Jatropha* species occurred during the fructification phase. The highest plant height and stem diameter growth rates occurred during the vegetative growth, with distinguished results for *J. mollissima* in plant height rates and for *J. curcas* in stem diameter rates. The lowest plant height and stem diameter growth rates for the three species coincided with their productive phases. Electrical conductivity in the water content of up to 3.60 dS m⁻¹ did not affect growth variables; production and oil content of the three *Jatropha* species. A rainfall volume of 1594.50 mm, up to 615 days after transplanting, contributed for a similar growth and yield of the *Jatropha* species both in the saline and rainfed conditions. Following 615 days after the transplanting, under the influence of salinity levels, each plant yielded in average: clusters: *J. gossypifolia* (951.18 clusters), *J. curcas* (280.95 clusters), *J. mollissima* (214.42 clusters); fruits: *J. gossypifolia* (3,065.77 fruits), *J. curcas* (867.25 fruits), *J. mollissima* (480.05 fruits); fruit phytomass: *J. curcas* (2,148.93 g), *J. mollissima* (1,259.25 g), *J. gossypifolia* (1,088.28 g); seed phytomass: *J. curcas* (1,477.82 g), *J. gossypifolia* (334.72 g), *J. mollissima* (216.70 g) and oil content: *J. curcas* (27.81%), *J. gossypifolia* (22.36%), *J. mollissima* (19.58%). At 600 days after transplanting, the salinity levels reduced the stomatal conductance, the transpiration and the net photosynthesis rate of the *J. curcas*. These variables, however, remained unaltered for *J. mollissima* and *J. gossypifolia*. Soil washing through rainfall lixiviated the salts. At the end of the study, after 120 days under low rainfall, high evapotranspiration and irrigation with salinated waters, the hydrogen ion potential, the electrical conductivity of the saturation extract and the exchangeable sodium percentage of the soil increased, which rendered it slightly saline and sodic.

Key words: *Euforbiaceae*, drip irrigation, salinity, evapotranspiration

1. INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel a partir de plantas oleaginosas remonta a mais de um século. Em 1900, o pesquisador alemão Rudolf Diesel fez os primeiros testes em carros, provando que motores poderiam passar a ser movidos por meio de óleo vegetal de sementes de amendoim (MOTHÉ et al., 2005, RUPPEL e HALL, 2007).

O Governo Federal do Brasil criou, em 2002, o Programa Brasileiro de Biocombustíveis (PROBIODIESEL), com objetivo de reduzir a dependência do petróleo, expandir os mercados das oleaginosas, impulsionar a demanda por combustíveis alternativos e reduzir a emissão de gases poluentes.

No período de 2002 – 2010, o Probiodiesel passou por reformulações, sendo, em 2004, denominado Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). As adequações foram realizadas para dar um caráter de inclusão social ao programa, por meio da participação de outros atores ativos da sociedade, especialmente dos agricultores familiares, e ampliar a capacidade de geração de emprego e de renda.

A partir desses programas governamentais, naturalmente, abre-se um leque de oportunidades para novas pesquisas científicas com oleaginosas, como, por exemplo, analisar e explorar os perfis constituintes dos óleos de espécies vegetais para fins de matérias-primas para a indústria química, não apenas para biodiesel.

Entre as várias espécies com potencial de serem exploradas para produção de matérias-primas para a indústria química, incluem-se as do gênero *Jatropha*. A mais estudada tem sido a *Jatropha curcas* L., denominada de pinhão-mansão, existindo, também, o pinhão-bravo [*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill] e o pinhão-roxo (*Jatropha gossypifolia* L.).

Pertencem à família *Euforbiaceae*, são plantas arbustivas, nativas na América do Sul, mas que, também, ocorrem em outros países da América Central, África e Ásia (FRANCIS et al., 2005). Segundo Laviola (2009), o pinhão-mansão é originário da América Central, vegetando as suas plantas espontaneamente, em diversas regiões do Brasil, onde foi introduzido de modo ainda pouco conhecido. As plantas de pinhão-mansão se revestem de elevada importância, pela possibilidade de fácil cultivo, adaptação a solos pouco férteis, degradados, tolerância à seca, podendo ser uma opção para ocupação de mão de obra, geração de emprego e renda e serem utilizadas como fontes de óleo para a produção de biodiesel (BELTRÃO, 2006; DANTAS NETO & FERNANDES, 2006; FRANCIS et al., 2005; ORHAN et al., 2004; SUBRAMANIAN et al., 2005; SANGHA et al., 2004; SHAH et al.,

2004; SHAH et al., 2005).

Nessa perspectiva, devem ser consideradas, também, as possibilidades de uso de águas salinas, comuns no interior do Nordeste, pela predominância de rochas de origem cristalina na sua formação geológica.

O uso de água salina na irrigação deve ser considerado como alternativa importante na utilização de recursos naturais escassos, como água, garantindo-se o seu uso racional, por meio de um manejo cuidadoso (RHOADES et al., 2000).

Em regiões áridas e semiáridas, a salinização dos solos é um risco constante, requerendo-se uma atenção permanente, por ser decorrente de múltiplos fatores, destacando-se, dentre eles, a natureza física e química dos solos, o regime pluvial e a alta evaporação. Naturalmente, o uso de irrigação acarreta a incorporação de sais ao perfil do solo, haja vista conter a água sais solúveis e seu uso constante, na ausência de lixiviação, faz com que o sal se deposite na zona do sistema radicular, devido à evaporação. A drenagem restrita contribui, também, para a salinização dos solos irrigáveis, podendo influir na altura do lençol freático. A salinização do solo progride quando a quantidade de sais que nele é acumulada, pela água de irrigação, é maior que a quantidade removida pela água de drenagem (PIZARRO, 1985; AYERS & WESTCOT, 1999).

Poucos trabalhos de pesquisa científica existem sobre pinhão-mansão, sendo maior a deficiência em relação ao pinhão-bravo e pinhão-roxo. O interesse por essas espécies intensificou-se nos últimos anos, com a crise do petróleo e com a preocupação com os impactos ambientais causados por atividades antrópicas e, ainda, pela possibilidade de serem usados óleos vegetais como combustíveis.

Devem ser destacados outros usos do óleo de *Jatropha* na indústria farmacêutica, na produção de cosméticos, inclusive com maior valor econômico.

É uma nova opção para gerar emprego e renda no meio rural e matérias-primas para a obtenção de produtos necessários ao desenvolvimento da indústria. Até agora, foram publicadas poucas pesquisas sobre a exigência hídrica e o efeito da água salina versus produção dessas plantas, em condições de campo.

Nesta pesquisa, foram avaliados, em um experimento de campo, durante dois anos, o crescimento e o desenvolvimento de plantas de pinhão-mansão, bravo e roxo irrigadas com águas salinizadas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Investigar efeitos de águas salinizadas no solo, sobre crescimento, desenvolvimento, trocas gasosas, componentes de produção e teor de óleo de espécies de *Jatropha*, em condições de campo, bem como, sobre atributos físico-químicos do solo.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar as fases fenológicas (estabelecimento/desenvolvimento vegetativo, início da floração, início da frutificação e início da maturação) do pinhão-manso, bravo e roxo;
- Avaliar efeitos de níveis crescentes de salinidade em água de irrigação, contrastando com plantas sob condições de sequeiro, sobre variáveis de crescimento, variáveis fisiológicas e componentes de produção de pinhão-manso, bravo e roxo;
- Avaliar o impacto da irrigação com águas salinizadas sobre os atributos (potencial hidrogeniônico do extrato de saturação, condutividade elétrica do extrato de saturação, relação de adsorção de sódio e percentagem de sódio trocável) da salinidade do solo, ao final da pesquisa.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Jatropha* – origem e possibilidades de cultivo

O pinhão é uma planta arbustiva, nativa da América do Sul, mas amplamente distribuída na América Central, África e Ásia (FRANCIS et al., 2005; KOCHHAR et al., 2005; ABREU et al., 2003). Existem no mundo várias espécies de pinhão, mas, no Brasil, assim como nas outras regiões tropicais do globo, as mais conhecidas são: pinhão-bravo [*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill], pinhão-roxo (*Jatropha gossypifolia* L.) e pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), vegetando naturalmente, em solos pedregosos e de baixa umidade (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002). Segundo Peixoto (1973), no Brasil a sua distribuição geográfica é bastante vasta devido a sua rusticidade, resistência às longas estiagens, bem como, às pragas e doenças, adaptando-se a condições edafoclimáticas muito variáveis, desde o Nordeste até o Estado de São Paulo e Paraná.

Dentre as três espécies, o pinhão-manso é o mais estudado, caracterizando-se como um arbusto de crescimento rápido podendo chegar até 5 m de altura, em condições especiais. O diâmetro do troco é de, aproximadamente, 20 cm, possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente (TOMINAGA et al., 2007). As folhas são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palmas com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face interior. As flores são pequenas, unissexuadas, de cor amarelo-esverdeada; as flores masculinas e femininas diferenciam-se pela ausência de pedúnculo articulado nas femininas. O fruto capsular possui 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, é trilocular com uma semente em cada cavidade. O fruto seco pesa, em média, 1,53 a 2,85 g, sendo 53 a 62% constituído por sementes e de 38 a 47% por casca. As sementes são lisas e relativamente grandes; quando secas, medem de 1,5 a 2 cm de comprimento por 1,0 a 1,3 cm de largura, possui tegumento rijo e quebradiço com uma película branca cobrindo a amêndoa, rica em óleo. Cada semente de pinhão pesa entre 0,551 a 0,797 g, pode ter, dependendo de variedade, tratos culturais e clima 33,7 a 45% de casca e 55 a 66% de amêndoa. Nas sementes, ainda são encontrados 7,2% de água, 50 a 52% e 32 a 35% de óleo quando extraídos com o auxílio de solventes e por prensas, respectivamente e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e materiais minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio (PEIXOTO, 1973; ARRUDA et al. 2004).

A denominação científica em grego "*Jatropha*" significa medicamento. De fato, sua semente era usada como vermífugo ou purgante de animais. O pinhão-manso, também é

conhecido como pinhão branco, pinhão do Paraguai, purgueira, pinhão de purga, grão de maluco, pinhão de cerca, turba, tartago, medicineira, tapete, siclité, pinhão do inferno, figo-do-inferno, pinhão-das-barbadas, sassi, etc, é, provavelmente, originário do Brasil, tendo sido introduzida por navegadores portugueses nas Ilhas do Arquipélago Cabo Verde e Guiné, de onde foi disseminada pelo continente Africano (TOMINAGA et al., 2007).

Segundo Cortesão (1956), os portugueses distinguem duas variedades de pinhão, a catártica medicinal, a mais dispersa no mundo, com amêndoas muito amargas e purgativas e a variedade árvore de coral, medicinal de espanha, árvore de nozes purgativas, com folhas eriçadas de pelos glandulares que segregam látex, límpido, amargo, viscoso e muito cáustico. É uma árvore de crescimento rápido, cuja altura normal é de dois a três metros, mas pode alcançar de seis a doze metros em condições especiais e diâmetro do tronco de aproximadamente 20 cm (TOMINAGA et al., 2007). Possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente; floema com longos canais, estendendo-se até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que corre com abundância de qualquer ferimento. O tronco ou fuste é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (BRASIL, 1985).

Existem aspectos favoráveis à exploração racional e comercial de *Jatropha curcas* L., destacando-se a ocupação dos solos não trabalhados, por causa da baixa fertilidade e características físicas indesejáveis: solos rasos, pedregosos e declivosos, proporcionando uma renda extra, principalmente, na agricultura familiar (MAKKAR et al., 1997). Neste cenário, o pinhão-mansinho poderá alcançar um patamar de destaque entre as culturas oleaginosas para fins de biocombustíveis.

Ocorre, espontaneamente, em áreas de solos com baixa fertilidade, em regiões de clima desfavorável com distribuição irregular das chuvas e em áreas de baixa precipitação pluviométrica, sendo considerado uma alternativa social e econômica para o Semiárido brasileiro. Por suas características de crescimento rápido, vida longa, adaptabilidade a solos pobres e secos, tem possibilidade de ser cultivado com águas de qualidade inferior, como por exemplo, as de origem salina e residuárias

O plantio do pinhão-mansinho pode ser por meio de sementes ou por estacas; na via vegetativa, a multiplicação é mais rápida, mas gera plantas sem raiz pivotante. Em sementeira, a germinação pode chegar a quase 100%, usando-se sementes novas, de boa conformação (KOCHHAR et al., 2005).

3.1.1 Importância econômica e utilizações de *Jatropha curcas* L.

O Brasil tem grande extensão territorial, uma diversidade de solo e clima e um enorme potencial para o cultivo de diferentes espécies vegetais, como as oleaginosas (dendê, babaçu, milho, girassol, soja, canola, amendoim, mamona, pinhão-manso, faveleira, entre outras) que se destacam por suas potencialidades de exploração, principalmente com relação ao aproveitamento do óleo na produção de biodiesel (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002).

Mesmo antes da segunda guerra mundial, em 1939, o óleo de pinhão-manso já era utilizado na saboaria e na fabricação de estearina (ARRUDA et al., 2004). Pesquisas levaram à conclusão de que esse óleo pode também ser utilizado como combustível nos motores Diesel, o qual se comporta bem, sem qualquer tratamento prévio especial e com quase igual potência às conseguidas com o gasoil. Contudo, o consumo é evidentemente maior, devido à diferença dos poderes caloríficos (CORTESÃO, 1956).

Ultimamente, a planta é cultivada como cerca viva e, em outros casos, é empregada na medicina popular. As sementes, bem como o seu óleo, são frequentemente usadas como purgativo, no tratamento de afecções da pele, hidropisia, gota, paralisia e reumatismo, principalmente nos países tropicais (ABREU et al., 2003; GUBITZ et al., 1999). Seu óleo é empregado como lubrificante em motores a diesel e na fabricação de sabão, tinta e vernizes (SUJATHA et al., 2005; FRANCIS et al., 2005; ADAM, 1974; STIRPE et al., 1976 e MAKKAR et al., 1997). A torta (subproduto da extração do óleo), que contém ainda aproximadamente 8 % de óleo, é reextraída com solventes orgânicos, geralmente hexano, sendo o farelo residual ensacado para aproveitamento como fertilizante natural, em virtude dos teores elevados de nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica (ARRUDA et al., 2004; ADAM, 1974; STIRPE et al., 1976 e MAKKAR et al., 1997).

O óleo de suas sementes é viscoso, não comestível, rico em ácidos gordurosos semelhantes aos de óleos comestíveis, que além de ser usado para a fabricação de biodiesel também pode ser utilizado para a fabricação de velas e cosméticos (KOCHHAR et al., 2005).

A composição dos aminoácidos, a porcentagem de aminoácidos essenciais e o conteúdo mineral na torta, após extração do óleo, podem ser comparados com a torta de outras oleaginosas usadas como forragem. Porém, devido à presença de substâncias tóxicas, em suas sementes, como ésteres, saponificantes e inibidores de protease, o consumo é impróprio para seres humanos e animais (SUJATHA et al., 2005). No entanto, a torta, quando desintoxicada, transforma-se em ração animal, e a casca dos frutos pode ser usada como carvão vegetal (ADAM, 1974; STIRPE et al., 1976; MAKKAR et al., 1997).

Os principais usos de *Jatropha*, além da utilização para produção de óleo vegetal, são medicinais (pinhão-bravo e pinhão-manso) e ornamentação e mística (pinhão-roxo), encontrados principalmente em quintais e matas (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002). Adam (1974), Stirpe et al. (1976) e Makkar et al. (1997) verificaram alto teor de óleo das sementes de pinhão-manso, entre 35 e 38%, aliado à característica de queimar sem liberar fumaça, o que fez dele um dos mais conhecidos biocombustíveis de origem tropical. O pinhão-manso é uma espécie oleaginosa alternativa para a obtenção do biodiesel, levando de três a quatro anos para atingir o pico de produção, que se pode estender por mais de 40 anos, podendo tornar-se grande produtora de matéria-prima como fonte opcional de combustível, sendo mais uma fonte de renda para as propriedades rurais da região Nordeste (CARNIELLI, 2008; PURCINO e DRUMMOND, 1986).

3.1.2 Produção

De acordo com dados da EMBRAPA, no Brasil, a área plantada com pinhão-manso aumentou de 500 hectares em 2006 para 20 mil hectares em 2007 (TOMINAGA, et al., 2007).

Comparando-se os percentuais de poder calorífico, o ruído e a poluição do óleo de pinhão-manso com o diesel, verificou-se que o óleo dessa oleaginosa apresenta 83,9% do poder calorífico do óleo diesel num motor diesel, para gerar a mesma potência, o ruído é mais suave e a poluição é bem menor (ADAM, 1974; STIRPE et al., 1976; MAKKAR et al., 1997).

Guimarães et al. (2007) avaliaram as respostas do crescimento inicial (altura da planta, diâmetro caulinar e fitomassa seca) do pinhão-manso com diferentes fontes e doses de adubação, sendo elas orgânicas (esterco, bio sólido e torta de mamona) e mineral (NPK) nos primeiros 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a emergência das plântulas. Os autores concluíram que, em relação às fontes orgânicas fornecidas, a de melhor resposta em crescimento inicial (nos primeiros 135 dias do ciclo) foi a torta de mamona e bio sólido; as doses de N que resultaram em melhores resultados foram 255 e 340 kg/ha.

Dados de produção e produtividade das espécies de *Jatropha* são escassos na literatura. Segundo Kochhar et al. (2005), nas sementes do pinhão-bravo contém 30% de óleo, mas ainda são necessários estudos mais detalhados sobre conteúdo de óleo e gordura.

De acordo com Arruda et al. (2004), a produtividade do pinhão-manso varia muito, em função da região de plantio, método de cultivo, tratamentos culturais e idade da cultura, bem como, da quantidade de chuva e fertilidade do solo. Nas regiões semiáridas a floração ocorre de 3 a 4 vezes por ano, podendo chegar a mais de 6 vezes nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do

Brasil, embora o excesso de chuva pode prejudicar os trabalhos de colheita. A planta desenvolve-se melhor sob temperatura média de 18 a 28 °C e precipitações acima de 600 mm anuais, bem distribuída (DIAS et al., 2007; TOMINAGA et al., 2007). A produtividade é afetada pela irregularidade na distribuição das chuvas e pelos ventos fortes e prolongados na época da floração (SATURNINO et al., 2005).

Em plantas de pinhão-mansão, em casa de vegetação, Silva (2009) verificou maior produção das plantas irrigadas com água residuária, superando a do tratamento testemunha. No mesmo trabalho, foram registrados aumentos de 648,80% no número médio de cachos, 1515,61% no peso médio das sementes, 1423,20% no peso médio dos frutos e de 976,39% no número médio de frutos, comparando-se plantas irrigadas com 0,25 e 1,25 de reposição da água evapotranspirada.

3.1.3 Uso do óleo como biocombustível

O uso de óleos vegetais, em motores a combustão, iniciou-se por volta de 1900, quando Rudolf Diesel utilizou de forma pioneira o óleo de amendoim em motores a explosão, neste caso movidos a diesel, numa exposição de Paris (MOTHÉ et al., 2005, RUPPEL e HALL, 2007). Fazendo-se uma análise das décadas posteriores a 1900 até o início do século XXI, observa-se que o uso de óleos vegetais *in natura* como combustível foi suplantado pelo uso de óleo diesel derivado de petróleo, tanto por fatores econômicos, quanto técnicos.

Atualmente, observa-se um apelo mundial para o uso de combustíveis menos poluentes. Uma alternativa é o biodiesel, que é um combustível composto de mono-álquil-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa (com ou sem duplas ligações) derivados de fontes renováveis, como óleos vegetais, gorduras animais ou óleos de frituras; tais óleos, por meio de processos químicos como o da transesterificação, podem substituir, parcial ou totalmente, o óleo diesel de origem fóssil em motores de ignição por compressão (motores de ciclo diesel), automotivos e estacionários (PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL - PNPB, 2007).

Por ser biodegradável, não tóxico e, praticamente, livre de enxofre e aromático, é considerado um combustível ecológico. As principais vantagens obtidas com a utilização do biodiesel podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais vantagens ambientais, técnicas e socioeconômicas do biodiesel

Vantagens Ambientais	Vantagens Técnicas	Vantagens Socioeconômicas
<ul style="list-style-type: none"> • Não contem enxofre, por isso não contribui com a chuva ácida. 	<ul style="list-style-type: none"> • O combustível pode ser usado no motor puro (B100) ou em misturas com o diesel (Bx). 	<ul style="list-style-type: none"> • Promove o desenvolvimento, amplia o mercado de trabalho e valoriza os recursos energéticos.
<ul style="list-style-type: none"> • É um combustível com Índice de cetano maior que o do diesel por isso diminui as emissões de: CO, material particulado e fumaça negra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há necessidade de mudanças na rede de distribuição do combustível puro ou em misturas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Viabiliza o auto abastecimento de combustível ao produtor agropecuário.
<ul style="list-style-type: none"> • É biodegradável. Contribui para diminuição do efeito estufa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não precisa de modificações nos motores diesel. Apresenta maior lubricidade e favorece o funcionamento da bomba injetora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Independência dos países agro-produtores do abastecimento de combustíveis fósseis por parte dos países produtores de petróleo.

Fonte: PNPB, 2007

Todos os óleos vegetais (da categoria dos óleos fixos ou triglicerídeos) podem ser transformados em biodiesel (RAMOS et al., 2003). Assim, podem ser empregados como matéria-prima para a produção de biodiesel: soja, dendê, algodão, girassol, amendoim, mamona, pinhão-manso, babaçu, canola, maracujá, abacate, linhaça, tomate, dentre muitos outros vegetais, tendo como fontes sementes, amêndoas ou polpas (FAGUNDES et al., 2005).

A escolha da oleaginosa varia de acordo com os cultivos e aptidões regionais, teor em óleo, produtividade por unidade de área, ciclo de vida da planta, entre outros (RAMOS et al., 2003). Por esse motivo vários trabalhos têm sido realizados procurando determinar as melhores opções para cada região brasileira (RODRIGUES, et al., 2006; LIMA, et al., 2007).

Segundo Foidl et al. (1996), as sementes de pinhão-manso contêm, aproximadamente, 35% de óleo que pode ser convertido em biodiesel por um processo chamado transesterificação na qual um álcool simples (por exemplo, metanol) substitui moléculas de glicerol do óleo vegetal, ou poderá ser utilizado para outros fins na indústria química.

Silva (2009) verificou que a extração do óleo em sementes de pinhão-manso cultivados em vasos em casa de vegetação, utilizando o método de extração Soxhlet (PREGNOLATTO e PREGNOLATTO, 1985), resultou teor de óleo de até 42%.

Fernandes (2010) conduzindo dois experimentos durante três anos, com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes fontes de adubos sobre o crescimento vegetativo, produtividade e qualidade do óleo da mamona (*Ricinus communis* L.) e do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em condições de sequeiro, na propriedade rural Jacaré, localizada no município de Remígio-PB, observou efeito significativo da interação fonte de adubação (A) x

cultura (B) para rendimento do óleo, acidez, índice de saponificação, umidade e viscosidade. O índice de iodo e a densidade foram influenciados, significativamente, pelo fator cultura, enquanto que o índice de peróxido não foi influenciado por nenhum fator.

3.1.4 Clima e solo

Como as plantas de *Jatropha* se adaptam a vários tipos de climas e solos, o seu cultivo ocorre em vários países de clima tropical e subtropical (TOMINAGA et al., 2007). Na Índia está sendo pesquisado e seu cultivo estimulado como parte do Programa Nacional de Produção de Biodiesel, o que poderá tornar esse país um dos principais produtores da planta no mundo. Por outro lado, constitui fator econômico industrial no Arquipélago de Cabo Verde, em Angola, Guiné, Moçambique, nas Antilhas Britânicas, Filipinas, México, Porto Rico, Venezuela e El Salvador, sempre ao lado de outras culturas, sendo uma das maiores riquezas do Arquipélago de Cabo Verde, que já foi um dos principais produtores e exportadores mundiais de sementes de pinhão-mansão (CORTESÃO, 1956 e PEIXOTO, 1973).

O pinhão encontra-se em locais com altitude variando entre 0 e 500 m e temperaturas acima de 20 °C (KOCHHAR et al., 2005). Já para Peixoto (1973) e Brasil (1985) essa euforbiácea possui facilidade de adaptação a variadas condições climáticas e de fertilidade.

O pinhão-mansão se adapta a altitudes baixas, como o nível do mar, até altitudes próximas a 1000 metros; desenvolve-se bem com precipitações anuais acima de 600 mm de chuva ano⁻¹, pois, abaixo desse índice, a planta paralisa seu crescimento, porém conseguindo sobreviver com apenas 200 mm ano⁻¹ (SATURNINO et al., 2005). Seu cultivo é mais indicado em regiões com altitude entre 500 e 800 m. Em terrenos de encosta, áridos e expostos ao vento, se desenvolve pouco, não ultrapassando 2 m de altura (CORTESÃO, 1956; PEIXOTO, 1973; DIAS et al., 2007). De preferência, a época de plantio deve ser ajustada para que a planta receba de 400 mm a 500 mm até o início da floração (TÁVORA, 1982).

Dias et al. (2007) relatam que o preparo do solo deve ser realizado com o uso de arado, de preferência de aiveca, devido ao melhor revolvimento e enterrio das sementes da vegetação espontânea sendo, em seguida, nivelado por uma grade leve que não seja aradora. O solo pode ser preparado seco ou no ponto da friabilidade, dependendo de sua textura e estrutura. Em solos ácidos, com pH abaixo de 4,5, as raízes do pinhão-mansão não se desenvolvem, tornando-se conveniente a realização de calagem com base na análise química do solo, a qual indicará a quantidade de calcário, gesso, macro e micronutrientes necessários para satisfazer a

exigência da cultura.

3.2 Qualidade da Água

A qualidade da água utilizada na irrigação é uma característica que deve ser questionada antes do plantio, pois se trata de um dos fatores que têm limitado ou impossibilitado a expansão da produção agrícola no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992).

A importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início deste século. A falta de atenção a este aspecto foi devido à disponibilidade de águas de boa qualidade e de fácil utilização, mas isto vem mudando em vários lugares, em função do aumento de consumo por águas de qualidade, restando, como alternativa, para a agricultura usar águas de qualidade inferior (AYERS e WESTCOT, 1999).

A água é fator de fundamental importância para produção de alimentos. A prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semiárido do Nordeste brasileiro, onde ocorre déficit hídrico para as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante a maior parte do ano.

A qualidade da água de irrigação (Tabela 2) é determinante, não somente em função de suas características físicas, químicas e biológicas como, também, da adequação ao uso específico a que se destina (AYERS e WESTCOT, 1999). Tal necessidade exige conhecimento prévio, não só de suas propriedades, mas também dos efeitos e riscos à saúde e ao meio ambiente.

Tabela 2 - Diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação

Problema potencial	Grau de restrição para uso		
	Nenhum	Ligeiro e moderado	Severo
Salinidade			
CEai (dS m ⁻¹ ; mmhos cm ⁻¹)	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
SDT (mg L ⁻¹)	< 450	450 – 2000	> 2000
Toxicidade de íons específicos			
Cloreto (mmol_c L⁻¹)			
Irrigação por superfície	< 3,0	3,0 – 9,0	> 9,0
Irrigação por aspersão	< 3,0	> 3,0	---
Boro (mg L⁻¹)			
	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Sódio			
Irrigação por superfície [RAS: (mmol L ⁻¹) ^{1/2}]	< 3,0	3,0 – 9,0	> 9,0
Irrigação por aspersão (mmol _c L ⁻¹)	< 3,0	> 3,0	---
Nitrogênio N-NO₃ (mg L⁻¹)			
	< 5,0	5,0 – 30,0	> 30,0

FONTE: Ayers & Westcot (1999)

As águas se dividem em quatro classes de salinidade, à medida que aumenta a concentração de sais e, conseqüentemente, sua condutividade elétrica, recebendo denominações sucessivas de C1, C2, C3 e C4, com limites apresentados por Richards (1977), pela Universidade da Califórnia (University of Califórnia Committee of Consultants - UCCC) e por Ayers e Westcot (1999), conforme apresentado na Tabela 3.

Dependendo do tipo de irrigação a ser utilizado, também pode ocorrer maior ou menor intensidade de absorção do cloreto; e caso sua concentração exceda a tolerância da planta, pode causar redução das taxas de crescimento e produzir danos com seus sintomas característicos, como necrose e queimadura nas folhas. A toxicidade mais frequente é a provocada pelo cloreto contido na água de irrigação (AYERS e WESTCOT, 1999).

Tabela 3 - Classificação da água para irrigação quanto ao risco de salinidade

Classe de salinidade	RICHARDS	UCCC ¹	Risco de salinidade	AYERS & WESTCOT (1999)	
	(1977)			Faixas de CEai (dS m ⁻¹)	Risco de salinidade
C ₁	< 0,25	< 0,75	Baixo	< 0,70	Nenhum
C ₂	0,25 – 0,75	0,75 – 1,50	Médio	0,70 – 3,00	Moderado
C ₃	0,75 – 2,25	1,50 – 3,00	Alto	> 3,00	Severo
C ₄	> 2,25	> 3,00	Muito alto	-	-

FONTE: Ayers & Westcot (1999)

¹ UCCC – University of California Committee of Consultants

A classificação dos solos afetados por sais é baseada na concentração de sais solúveis (expressa por meio da condutividade elétrica - CE), contidos na solução do solo, na Percentagem de Sódio Trocável (PST) e no pH, segundo classificação de solos sódicos e salinos, elaborada pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos e descrita em Richards (1977). A 'CE' indica os efeitos da salinidade sobre as plantas e, segundo Ferreira (1997), expressa a habilidade de um meio em conduzir corrente elétrica. A 'PST' indica os efeitos do Sódio trocável sobre as propriedades do solo. A linha divisória entre solos salinos e solos não salinos tem-se localizado em $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ para extratos da pasta saturada do solo; entretanto, pode-se encontrar plantas sensíveis a sais, passíveis de serem afetadas, em solos cujo extrato de saturação apresente 'CE' entre $2,0$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$. O Comitê de Terminologia da Sociedade Americana de Ciência do Solo tem recomendado baixar o limite entre solos salinos e não salinos para $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (BOHN et al., 1985). A classificação tradicional e a mais recente classificação proposta, são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação de solos afetados por sais

Solos	Classificação tradicional (Richards, 1977)	Classificação proposta (Bohn, McNeal & O'Connor, 1985)
Não salinos	CEes < $4,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST < 15,00 .pH < 8,50	CEes < $2,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST < 15,00 pH < 8,50
Salinos	CEes > $4,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST < 15,00 .pH < 8,50	CEes > $2,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST < 15,00 pH < 8,50
Sódicos	CEes < $4,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST > 15,00 .pH > 8,50	CEes < $2,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST > 15,00 pH > 8,50
Salino-sódicos	CEes > $4,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST > 15,00 .pH < 8,50	CEes > $2,00 \text{ dS m}^{-1}$ PST > 15,00 pH < 8,50

No meio científico há vários procedimentos utilizados para a diagnose de problemas de salinidade dos solos (salinos e sódicos). Além da Razão de Adsorção de Sódio (RAS), existem também medidas importantes como o pH e a 'CE' de extrato aquoso e de saturação,

tal como a determinação da 'PST' a partir de análises químicas do solo. A 'CE' de soluções é uma medida facilmente realizada no laboratório, apresentando relação linear com a concentração de sais em solução (RAIJ, 1991). O índice 'PST' indica a proporção de sódio adsorvida no complexo de troca de cátions do solo e é determinada conforme Richards (1954) pela Equação 1, ou podendo também ser estimada em função da 'RAS' pela Equação 2:

$$PST = \frac{Na^+}{CTC} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$PST = \frac{100(-0,0126 + 0,01475 * RAS)}{1 + (-0,0126 + 0,01475 * RAS)} \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

PST = percentagem de sódio trocável (%)

Na⁺ = concentração de sódio trocável ou adsorvido (mmol_c L⁻¹ ou mmol_c kg⁻¹)

CTC = capacidade de troca de cátions do solo (mmol_c L⁻¹ ou mmol_c kg⁻¹)

RAS = relação de adsorção de sódio (mmol L⁻¹)^{1/2}

Valores limites de 'PST' que causam deterioração da estrutura do solo podem variar; em solos australianos, por exemplo, quando a 'PST' excede 6%, o solo é considerado sódico e está sujeito a degradações estruturais, embora a 'PST' de valor 6 seja baixa comparada com o valor 15% adotado pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos como indicador de deterioração da estrutura do solo (RENGASAMY & OLSSON, 1993). SUMNER (1993) relata que o valor de PST > 15%, adotado pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, foi baseado em medições de condutividade hidráulica, utilizando água com concentração eletrolítica total muito elevada (3-10 mmol_c L⁻¹), comparada com concentração eletrolítica da água utilizada em estudos australianos (< 0,7 mmol_c L⁻¹).

Teores relativamente altos de sódio ou baixos de cálcio no solo e água reduzem a velocidade com que a água de irrigação atravessa a superfície do solo, redução esta que pode chegar a tal magnitude, não recebendo as raízes das plantas água suficiente entre as irrigações (AYERS & WESTCOT, 1999).

A grande proporção de Na⁺, nos sítios de troca dos minerais de argila, reduz a atração entre as partículas do solo, ocasionando expansão e dispersão. As partículas dispersas se movem pelo solo, ocupando os espaços porosos, com conseqüente deterioração da estrutura do solo e das propriedades de infiltração de água e aeração, sendo problema sério em solos alcalinos, afetando o crescimento vegetal (RAIJ, 1991; RENGASAMY & OLSSON, 1993).

Szabolcs (1989) estima em 4 milhões de ha a extensão de terras afetadas por sais no

Brasil, com baixa produtividade agrícola ou abandonadas. Já Barbosa (1994) se mostra otimista em utilizar as áreas salinizadas para produção de plantas oleaginosas. Este autor relata que, certamente, a implantação de espécies oleaginosas, em áreas salinas, teria reflexos diretos sobre a oferta de produtos de origem vegetal na região Nordeste. Contudo, o sucesso desses plantios é dependente, entre outros fatores, da adaptação das espécies às condições adversas do meio.

O aumento da salinidade diminui o potencial osmótico da solução do solo e dificulta a absorção de água pelas raízes, ao mesmo tempo em que, íons Na^+ e Cl^- se acumulam nas folhas e afetam os processos fisiológicos da planta (NOBLE & ROGERS, 1992; LAZOF & BERNSTEIN, 1999).

Segundo Gheyi et. al. (1997), há problemas de salinidade quando os sais se acumulam na zona radicular, em tal concentração que ocasiona perdas na produção; os sais são, geralmente, provenientes das águas de irrigação ou da água de lençol freático alto. Ainda, segundo os autores, o rendimento das culturas diminui quando o teor de sais na solução do solo é tal que não permite absorção suficiente de água pelas raízes provocando, assim, estado de escassez hídrica nas plantas, por tempo significativo; a tolerância à salinidade, também, pode variar entre genótipos de uma mesma espécie e entre estádios de desenvolvimento da planta.

Nery et al. (2009) observaram, usando cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m^{-1} , a 25 °C), redução de altura, de diâmetro caulinar, de número de folhas e área foliar do pinhão-mansão da ordem de 9,07, 17,63, 23,41 e 42,58%, respectivamente.

Vale et al. (2006), conduzindo um experimento com pinhão-mansão constando de soluções de NaCl em concentrações crescentes (0,06; 0,90; 1,6; 2,3; 3,0 e 4,2 dS m^{-1}), observaram respectivamente nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,06 e 4,2 dS m^{-1} , redução na altura de 19,7 para 13,3 cm, no diâmetro caulinar de 10,7 para 7,3 mm, no número de folhas de 10,0 para 6,0 e no peso seco da parte aérea de 5,1 para 2,3 g.

3.3 Evapotranspiração / Necessidades hídricas das culturas

A evapotranspiração é a perda combinada de água da superfície úmida do solo e transpiração das plantas. A evaporação e a transpiração ocorrem, simultaneamente, na natureza e não é fácil distinguir os dois processos. A evaporação é determinada pela disponibilidade de água na camada superficial do solo e pelo saldo de radiação que chega

nessa superfície. No estágio inicial de desenvolvimento de uma determinada cultura, a fração da evaporação é alta, diminuindo durante o estágio de crescimento. À medida que a cultura cobre a superfície do solo, a transpiração passa a ser o principal processo (ALLEN et al., 1998; DANTAS NETO & FERNANDES 2006).

Um dos procedimentos utilizados para estimativa das necessidades de água das culturas envolve a determinação de evapotranspiração de referência (E_{To}), a qual, mediante a utilização de coeficiente de cultura (K_c) apropriado, permite estimar a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}), nos diferentes estágios de seu desenvolvimento vegetativo (SEDIYAMA, 1987).

O consumo de água de determinada cultura é função direta da demanda atmosférica do local, do conteúdo de água presente no solo e da capacidade de resistência da planta à perda de água através das folhas (SILVA, 1996).

O manejo da água em culturas irrigadas tem como ponto chave decidir como, quanto e quando irrigar. A quantidade de água a ser aplicada é, normalmente, determinada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser estimada através da evapotranspiração ou por meio da tensão da água no solo (SOUSA & DANTAS NETO, 1997).

A determinação da E_{Tc} além de imprescindível na agricultura irrigada, também é útil na agricultura de sequeiro, pois permite o ajustamento de época de semeadura dentro da estação de crescimento, em função da disponibilidade hídrica média da região, determinando maior eficiência no aproveitamento das precipitações pluviais, além de possibilitar a identificação da necessidade de utilização de irrigações suplementares. O conhecimento da E_{Tc} é de considerável importância, não só no aspecto físico e biológico, mas, também, na engenharia aplicada, tendo em vista que numa área irrigada, o dimensionamento dos equipamentos hidráulicos leva em consideração tal parâmetro (PAVANI, 1985).

A evapotranspiração da cultura pode ser medida diretamente através de lisímetros ou evapotranspirômetros, estimada pelos métodos do balanço hídrico do solo, balanço de energia ou por meio de modelos micrometeorológicos. São diversos os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, sendo a escolha de um ou de outro baseado, principalmente, no tipo de dado disponível em estações meteorológicas e na precisão requerida para determinação das necessidades hídricas das culturas (SEDIYAMA, 1987). A Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem (ICID) e a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) consideram o método de PENMAN-MONTEITH (ALLEN et al., 1998) como padrão para o cálculo da evapotranspiração de referência.

Conforme Allen et al. (1994), a evapotranspiração é um processo governado por trocas

de energia de uma superfície vegetada e é limitado pela quantidade de energia disponível. A equação de Penman-Monteith é a mais precisa, quando usada na base horária e somando os valores para obter estimativa diária de E_{To} . Segundo os autores, exemplos de cálculos mostram claramente que quando se utilizam dados diários, a equação de Penman-Monteith pode proporcionar estimativa precisa de E_{To} . Entretanto, deve-se ter prudência no manuseio, como advertem Doorenbos & Pruitt (1975), pois o uso de dados climáticos médios em equações combinadas pode conduzir a erros significativos.

Equações de resistência aerodinâmica (r_a) e de resistência total da superfície (r_s) são combinadas com o método de Penman-Monteith, para formar um modelo mais simples, descrevendo a grama hipotética de referência. Pela combinação de expressões generalizadas de densidade do ar (ρ), com expressões simplificadas de r_s e r_a para a grama, Allen et al. (1989), Smith (1991), Allen et al. (1994) e Allen et al. (1998) parametrizaram a equação de Penman-Monteith FAO (PM-FAO).

Smith, 1991 recomenda que os métodos empíricos de estimativa de E_{To} sejam calibrados e validados para outras regiões, sendo a equação PM-FAO a referência padrão para esses ajustes. Essa aplicação deve ser feita para locais próximos que tenham medidas climáticas suficientes.

Allen et al. (1998) relatam que estudos realizados nos EUA e na Europa confirmam a precisão e eficiência do modelo de Penman-Monteith, para climas úmidos e áridos.

Em condições naturais ou agricultáveis, as plantas estão frequentemente expostas a condições estressantes. O estresse pode ser definido como um fator externo, a exercer uma influência adversa sobre a planta. O conceito de estresse está relacionado ao de tolerância ao estresse, que é a capacidade da planta para enfrentar um ambiente desfavorável. Uma condição estressante para uma planta pode não o ser para outra, ou seja, a tolerância varia de espécie para espécie (KERBAUY, 2004).

A frequência e o grau do déficit hídrico constituem os fatores mais importantes à redução da produção agrícola mundial; todavia, isto requer gasto energético, resultando, na melhor das hipóteses, em limitação do crescimento (LARCHER, 2000).

Para Taiz e Zeiger (2004), o primeiro e mais visível efeito do déficit hídrico é a diminuição da turgescência e, por conseguinte, do alongamento celular e crescimento da planta. Para os mesmos autores os mecanismos de resistência das plantas à seca podem ser de três tipos: “adiamento (fuga) da dessecação” ou a habilidade para manter hidratação dos tecidos; “tolerância à dessecação” ou a capacidade para manter as atividades vitais enquanto desidratada; e “escape” (fuga à seca), um atributo de algumas plantas que as habilita a



executarem o seu ciclo, da germinação à produção de novas sementes, dentro de um período de algumas semanas, depois de uma forte chuva.

A perda de turgor é o primeiro efeito biofísico do estresse hídrico, razão pela qual as atividades dependentes do turgor são as mais sensíveis a esse fator de estresse. A expansão ou o alongamento celular é um processo dependente do turgor; portanto, é extremamente sensível ao déficit hídrico. A redução da expansão foliar, também, pode ser considerada uma primeira resposta da planta contra a seca. O estresse hídrico não só limita o tamanho de folhas individuais, mas, também, diminui o número e a taxa de crescimento dos ramos. Sob tais circunstâncias, o fechamento dos estômatos reduz a perda de água por transpiração; portanto, o fechamento estomático pode ser considerado uma segunda linha de defesa contra a seca (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A transpiração excessiva retarda o crescimento de muitas plantas e causa morte em muitas outras por desidratação. Apesar de sua longa história evolutiva, as plantas não desenvolveram uma estrutura que seja, ao mesmo tempo, favorável à entrada de dióxido de carbono, essencial para a fotossíntese, e desfavorável à perda de vapor d'água pela transpiração. No entanto, várias adaptações especiais, como a cutícula e os movimentos estomáticos, minimizam a perda de água, enquanto otimizam a captação de dióxido de carbono. Em casos de déficit hídrico severo, quando a disponibilidade de CO₂ está em níveis extremamente reduzidos, a planta utiliza dióxido de carbono, proveniente da respiração, para manter um nível mínimo de atividade fotossintética (RAVEN et al., 2001).

A abscisão foliar durante condições de déficit hídrico é resultado, em grande parte, do aumento na síntese do hormônio etileno na planta. Esse ajuste de área foliar é uma importante resposta, pois melhora a aptidão da planta em sobreviver sob estresse hídrico (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Déficit hídrico moderado, também, afeta o desenvolvimento do sistema radicular. A relação raiz/parte-aérea (R/PA) parece ser governada por um equilíbrio funcional entre a absorção de água pelas raízes e a intensidade da taxa fotossintética da copa. Embora a R/PA dependa de processos complexos e da nutrição, o conceito de equilíbrio funcional pode ser, assim, simplificado: a parte aérea crescerá até que sua demanda hídrica seja superior à capacidade de absorção de água do sistema radicular, limitando o crescimento adicional da copa; reciprocamente, o sistema radicular crescerá até que sua necessidade em fotoassimilados iguale a quantidade que é produzida na parte aérea. Esse equilíbrio funcional será alterado se houver decréscimo no suprimento de água. Quando a absorção de água é reduzida, a expansão foliar é imediatamente afetada; todavia, a atividade fotossintética não é

logo tão inibida. A inibição da expansão foliar reduz o consumo de carbono e de energia da parte aérea, além de quantidade maior de fotoassimilados ser alocada para o crescimento adicional do sistema radicular (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A condutância estomática é um fator importante na regulação do processo fotossintético das plantas (PIMENTEL, 2004). Normalmente, os estômatos fecham-se, em resposta à seca, antes mesmo de qualquer mudança no potencial hídrico ou no conteúdo de água das folhas (SOCIAS, et al., 1997), mas, também, pode ocorrer o fechamento, quando o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar aumenta (OREN, et al., 2001). A transpiração das plantas é proporcional ao déficit de pressão de vapor de água na atmosfera. O controle da transpiração é feito pelo fechamento estomático, que é o único processo no fluxo solo-planta-atmosfera que possui essa resposta instantânea (PIMENTEL, 1998). Machado et al., (2005) explicam que a transpiração é o principal mecanismo envolvido na regulação da temperatura foliar e que menores aberturas estomáticas levam à redução da transpiração e ao aumento da temperatura do tecido foliar.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento (APÊNDICE I) foi realizado em condições de campo, em área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7° 09' S; longitude 35° 52' W e altitude de 634 m.

O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo 'AS', ou seja, tropical com estação seca, com os seguintes dados climáticos médios coletados no período de estudo na estação meteorológica da EMEPA, localizada próxima à área experimental: temperatura anual em torno de 22°C, sendo a mínima de 19°C e a máxima de 28°C; precipitação acumulada de 782,50 mm em 2009 e de 812,40 mm em 2010, com maiores índices pluviométricos concentrados nos meses de abril a agosto; evapotranspiração de referência média anual de 1360 mm e umidade relativa média anual de 85% (Figuras 1 e 2). A pluviosidade foi determinada em pluviômetro instalado na área experimental.

As atividades de campo foram executadas no período de 21 meses (abril de 2009 até dezembro de 2010) e os períodos das avaliações foram definidos em dias após o transplântio das mudas (DAT) (Tabela 5).

Tabela 5 – Períodos das avaliações de campo, nos meses de 2009 e 2010, definidos em dias após o transplântio das mudas (DAT)

Transplântio das mudas			Abril/09	Maio/09	Junho/09
01 de abril de 2009			15DAT	45DAT	75DAT
Julho/09	Agosto/09	Setembro/09	Outubro/09	Novembro/09	Dezembro/09
105DAT	135DAT	165DAT	195DAT	225DAT	255DAT
Janeiro/10	Fevereiro/10	Março/10	Abril/10	Maio/10	Junho/10
285DAT	315DAT	345DAT	375DAT	405DAT	435DAT
Julho/10	Agosto/10	Setembro/10	Outubro/10	Novembro/10	Dezembro/10
465DAT	495DAT	525DAT	555DAT	585DAT	615DAT

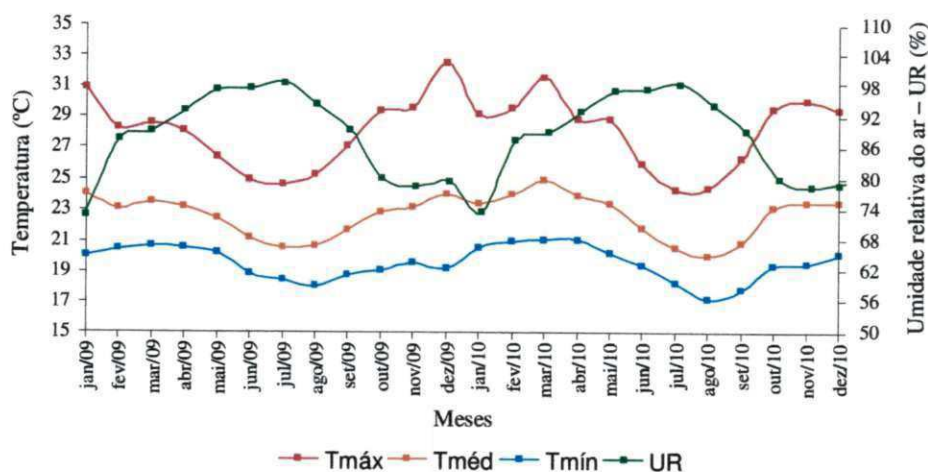


Figura 1 Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2010, Lagoa Seca - PB

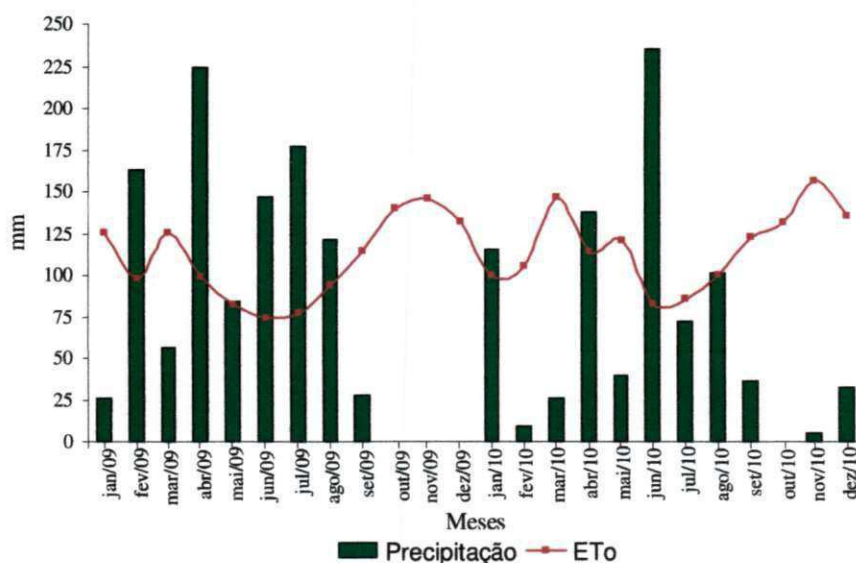


Figura 2 Médias mensais de precipitação pluviométrica e de evapotranspiração de referência (ETo) no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2010, Lagoa Seca - PB

4.2 Fatores em estudos e delineamento estatístico

No experimento foram estudados os fatores: três espécies de *Jatropha*, pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.), pinhão-bravo [*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill] e pinhão-roxo (*Jatropha gossypifolia* L.) e cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação. A combinação dos fatores resultaram em 15 tratamentos, mais três tratamentos adicionais à parte, estes em sequeiro para contrastar com os tratamentos salinos, totalizando 18

tratamentos.

Com a mesma lâmina de irrigação (100% da ETo) determinada a partir da evapotranspiração de Referência (ETo) pelo método Penman (1956) e Monteith (1965), testaram-se cinco níveis de salinidade da água de irrigação: N1 = 1,20; N2 = 1,80; N3 = 2,40; N4 = 3,00 e N5 = 3,60 dS m⁻¹, a 25 °C.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (APÊNDICE I e III), em esquema de parcelas subdivididas no espaço (multifatorial), 3 x 5 + 3, com 3 repetições, totalizando 18 parcelas e 54 subparcelas experimentais (APÊNDICE IV). Em cada parcela houve uma subdivisão física da sua área em três sub-áreas, sendo uma para cada espécie de *Jatropha* (APÊNDICE III), constituindo cada uma delas uma subparcela (SANTOS et al., 2008). Cada subparcela (APÊNDICE V) com 18 plantas tinha uma área total de 67,5 m² (9 m x 7,5 m) e uma área útil de 15,0 m² (4 plantas úteis). Os três tratamentos adicionais à parte (sequeiro) correspondiam a nove subparcelas, sendo três de cada espécie de *Jatropha* estudada (APÊNDICE VI).

4.3 Instalação da irrigação

O sistema de irrigação instalado foi por gotejamento cuja fonte de água foi o açude existente no local da pesquisa, onde a água foi filtrada, convenientemente, para retirar a matéria orgânica em suspensão e, em seguida, foi salinizada artificialmente e armazenada em caixas de água de 3000 L.

4.4 Produção e transplante das mudas do pinhão-manso, bravo e roxo

As sementes do pinhão-manso utilizadas no experimento foram da seleção FT-02, cedidas pela Fazenda Tamanduá (Santa Terezinha, PB). As sementes de pinhão-bravo e roxo foram coletadas em propriedades rurais dos municípios de Lagoa Seca, Campina Grande, Fagundes, Riachão do Bacamarte e Cabaceiras na Paraíba.

A semeadura foi realizada em 31/01/2009, no viveiro de mudas do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba, após seleção rigorosa das sementes, eliminando-se as defeituosas e com indícios de fungos, ataques de insetos e danos mecânicos. As mudas foram formadas em sacos de polietileno preto (APÊNDICE II), com capacidade de 0,125 m³, furos laterais e na base, contendo solo arenoso do local da pesquisa e esterco bovino na proporção 3:1. As sementes foram inseridas no substrato a 2 cm de profundidade. As mudas foram irrigadas, diariamente, pela manhã e ao final da tarde, com

água do açude, umedecendo o substrato, até se verificar percolação (drenagem).

O transplântio das mudas foi realizado no período chuvoso (01/04/2009) e sem a aplicação de água salinizada, de modo a facilitar e favorecer a adaptação das plantas em condições de campo. As mudas foram transplantadas aos 60 dias após a semeadura (DAS). O plantio foi feito em covas com abertura de 50 x 50 cm e 50 cm de profundidade, obedecendo ao espaçamento de 1,5 m entre plantas na mesma linha e 2,5 m entre filas de plantas (APÊNDICE II).

4.5 Tratos culturais

Foram realizadas, antes do plantio, adubações de fundação com fontes de nitrogênio (sulfato de amônio) e matéria orgânica (esterco bovino curtido), fosfato de rocha (P_2O_5) e rocha potássica (K_2O). As adubações química (N-P-K) e orgânica foram baseadas nas análises de solo e na adubação recomendada para a cultura da mamona, tendo em vista não existir, ainda, recomendação de adubação para as espécies estudadas, aplicando-se 40-30-30 kg/ha de N-P-K. O fósforo (P) na forma de Superfosfato simples (P_2O_5) e o potássio (K) na forma de cloreto de potássio (K_2O) foram adicionados no plantio. O Nitrogênio (N) na forma de sulfato de amônio foi parcelado em duas vezes e em cobertura aos 120 e 150 dias após o transplântio. Também, foi realizada no plantio, adubação das plantas com 10 litros de esterco bovino seco e curtido.

Para se prevenir problemas, principalmente de micronutrientes, realizaram-se adubações foliares, uma vez por mês, a partir do início da frutificação, com o fertilizante foliar concentrado emulsionável Kristalon [formulação: 15 'N' - 5 'P' - 30 'K' + (3 'Mg') + MICRO: 'B', 'Cu', 'Fe', 'Mn', 'Mo' e 'Zn'] na dose de 10 g/litro de água.

Os tratamentos fitossanitários visaram ao controle de ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*) e vermelho (*Tetranychus desertorum*), percevejo (*Pachycoris torridus*), cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*) e formiga cortadeira (*Atta spp*), as principais pragas identificadas nesta pesquisa. Também, foi necessário o controle fitossanitário de doenças fúngicas, como oídio, cercosporiose, mofo cinzento, entre outras, que normalmente atacam culturas instaladas na área em estudo. Para o controle dos insetos pragas utilizou-se do óleo de 'Neem' (10 ml/litro de água) e de extrato (150 ml/litro de água) à base do pó de folhas secas da planta. Para o controle de doenças fúngicas foi utilizado fungicida de contato à base de cobre (Cupravit azul).

O controle da vegetação espontânea foi feito, periodicamente, na linha e entrelinha de

plântio, dispondo a vegetação espontânea arrancada e roçada sob as copas.

4.6 Solo do experimento

O solo do experimento, classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico é declivoso (até 15%), profundo, textura arenosa, boa drenagem, fertilidade moderada. Esse tipo de solo, de forma geral, é apto para as principais culturas da região.

Durante a pesquisa, nas 18 parcelas experimentais de cada um dos três blocos do experimento, foram retiradas amostras simples de material de solo (APÊNDICE VII), nas profundidades 0 a 20 cm, 20 a 40 cm. Também, foram retiradas amostras de material de solo, na profundidade efetiva do sistema radicular (0 a 40 cm), após seis meses com aplicação dos tratamentos salinos. Para cada profundidade, as 18 amostras simples de cada bloco, correspondentes aos 18 tratamentos, foram misturadas, formando-se 18 amostras compostas por profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm) e foram utilizadas para realização de análises físico-hídrica e química (complexo sortivo) (Tabela 6) e de salinidade (Tabelas 7, 8, 9 e 10). As amostras coletadas foram encaminhadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG, para a realização das análises, de acordo com metodologia de Richards (1977) e da EMBRAPA (1997).

Tabela 6 – Atributos físico-hídricos e químicos (complexo sortivo) do material de solo, no início da pesquisa, em duas profundidades. Lagoa Seca, PB, 2009

Características físico-hídrica	Unidade	Profundidade	Profundidade
		(0-20 cm)	(20-40 cm)
		Valor	Valor
Areia	g kg ⁻¹	871,07	884,47
Silte	g kg ⁻¹	87,13	73,70
Argila	g kg ⁻¹	41,80	41,80
Classificação textural	-	Franco-arenoso	Franco-arenoso
Densidade do solo (ds)	g cm ⁻³	1,49	1,48
Densidade das Partículas (dp)	g cm ⁻³	2,75	2,73
Porosidade (ε)	%	45,84	45,62
Capacidade de Campo (10,13 kPa) (CC)	g kg ⁻¹	95,93	121,50
Ponto de Murchamento (1519,87 kPa) (PM)	g kg ⁻¹	50,53	51,53
Água Disponível (AD)	g kg ⁻¹	45,40	70,00
Características químicas (complexo sortivo)	Unidade	Profundidade	Profundidade
		(0-20 cm)	(20-40 cm)
		Valor	Valor
Cálcio – Ca	cmol _c dm ⁻³	3,50	3,10
Magnésio – Mg	cmol _c dm ⁻³	2,53	2,12
Sódio – Na	cmol _c dm ⁻³	0,02	0,02
Potássio – K	cmol _c dm ⁻³	0,26	0,19
Soma de bases – S	cmol _c dm ⁻³	6,28	5,44
Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³	2,07	2,47
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,07
Capacidade de troca catiônica	cmol _c dm ⁻³	8,34	8,14
Carbonato de Cálcio Quantitativo	%	Ausência	Ausência
Carbono orgânico	g kg ⁻¹	1,19	0,93
Matéria Orgânica - M.O.	g kg ⁻¹	2,05	1,61
Nitrogênio – N	g kg ⁻¹	0,11	0,09
Fósforo assimilável – P	mg dm ⁻³	5,64	5,49
pH em água (1:2,5)	-	6,14	6,01
Condutividade elétrica suspensão solo-água (1:2,5) (CEsa)	dS m ⁻¹	0,14	0,13

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN/UFCG)
Médias obtidas de 15 repetições.

Tabela 7 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo, no início da pesquisa, em duas profundidades. Lagoa Seca, PB, 2009

Características químicas (salinidade do solo)	Unidade	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
		Valor	Valor
pH em extrato de saturação	-	6,12	6,00
Condutividade elétrica em estrato de saturação – CE_{es}	(dS m ⁻¹)	0,42	0,36
Cloreto	(cmol _c kg ⁻¹)	2,00	1,33
Carbonato	(cmol _c kg ⁻¹)	0,00	0,00
Bicarbonato	(cmol _c kg ⁻¹)	2,37	2,27
Sulfato	(cmol _c kg ⁻¹)	Ausência	Ausência
Cálcio	(cmol _c kg ⁻¹)	1,08	1,00
Magnésio	(cmol _c kg ⁻¹)	1,35	1,25
Potássio	(cmol _c kg ⁻¹)	0,62	0,35
Sódio	(cmol _c kg ⁻¹)	0,78	0,86
Percentagem de Saturação	%	24,44	23,22
Relação de Adsorção de Sódio - RAS	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	0,72	0,84
Percentagem de Sódio Trocável - PST	%	0,28	0,29
Salinidade	-	Não salino	Não salino
Classe do solo	-	Normal	Normal

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN/UFCG)
Médias obtidas de 15 repetições.

Tabela 8 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo aos 345 DAT na profundidade de 0-40 cm, após seis meses com aplicação dos tratamentos salinos. Lagoa Seca, PB, 2010

Características químicas (salinidade do solo)	Unidade	Profundidade (0-40 cm)
		Valor
pH em extrato de saturação	-	6,14
Condutividade elétrica em estrato de saturação - CEes	(dS m ⁻¹)	1,73
Cloreto	(cmol _c kg ⁻¹)	15,86
Carbonato	(cmol _c kg ⁻¹)	0,00
Bicarbonato	(cmol _c kg ⁻¹)	3,35
Sulfato	(cmol _c kg ⁻¹)	Ausência
Cálcio	(cmol _c kg ⁻¹)	3,00
Magnésio	(cmol _c kg ⁻¹)	2,70
Potássio	(cmol _c kg ⁻¹)	0,43
Sódio	(cmol _c kg ⁻¹)	13,82
Percentagem de Saturação	%	23,54
Relação de Adsorção de Sódio - RAS	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	8,84
Percentagem de Sódio Trocável - PST	%	11,29
Salinidade	-	Não salino
Classe do solo	-	Normal

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN/UFCG)
Médias obtidas de 15 repetições.

Tabela 9 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo aos 525 DAT nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, após seis meses sob a influência do período chuvoso. Lagoa Seca, PB, 2010

Características químicas (salinidade do solo)	Unidade	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
		Valor	Valor
pH em extrato de saturação	-	5,89	5,44
Condutividade elétrica em estrato de saturação – CE _{es}	(dS m ⁻¹)	0,33	0,30
Cloreto	(cmol _c kg ⁻¹)	1,39	1,27
Carbonato	(cmol _c kg ⁻¹)	0,00	0,00
Bicarbonato	(cmol _c kg ⁻¹)	1,86	1,66
Sulfato	(cmol _c kg ⁻¹)	Ausência	Ausência
Cálcio	(cmol _c kg ⁻¹)	0,83	0,74
Magnésio	(cmol _c kg ⁻¹)	1,11	1,06
Potássio	(cmol _c kg ⁻¹)	0,36	0,57
Sódio	(cmol _c kg ⁻¹)	1,25	1,35
Percentagem de Saturação	%	23,71	22,42
Relação de Adsorção de Sódio - RAS	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	1,28	1,44
Percentagem de Sódio Trocável - PST	%	1,13	1,47
Salinidade	-	Não salino	Não salino
Classe do solo	-	Normal	Normal

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN/UFCG)
Médias obtidas de 15 repetições.

Tabela 10 – Atributos químicos (salinidade do solo) do material de solo ao final da pesquisa (615 DAT), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, após quatro meses com aplicação dos tratamentos salinos. Lagoa Seca, PB, 2010

Características químicas (salinidade do solo)	Unidade	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
		Valor	Valor
pH em extrato de saturação	-	6,50	5,72
Condutividade elétrica em estrato de saturação – CE _{es}	(dS m ⁻¹)	2,70	2,19
Cloreto	(cmol _c Kg ⁻¹)	21,40	18,45
Carbonato	(cmol _c Kg ⁻¹)	0,00	0,00
Bicarbonato	(cmol _c Kg ⁻¹)	5,04	3,20
Sulfato	(cmol _c Kg ⁻¹)	Ausência	Ausência
Cálcio	(cmol _c Kg ⁻¹)	1,88	1,42
Magnésio	(cmol _c Kg ⁻¹)	5,15	4,70
Potássio	(cmol _c Kg ⁻¹)	0,28	0,26
Sódio	(cmol _c Kg ⁻¹)	17,83	14,64
Percentagem de Saturação	%	26,23	25,34
Relação de Adsorção de Sódio - RAS	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	10,07	8,05
Percentagem de Sódio Trocável - PST	%	22,76	22,59
Salinidade	-	Ligeira	Ligeira
Classe do solo	-	Sódico	Sódico

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN/UFCG)
Médias obtidas de 15 repetições

4.7 Determinação da declividade do solo

Para dimensionar o sistema de irrigação por gotejamento foram realizados levantamentos planimétrico (medição direta com trena de 100 m) e altimétrico (medição indireta por irradiação com o auxílio de um Teodolito: Te-D43-5000594 MOM, e de uma Mira articula de madeira: POSENHAIN) da área experimental. Em todos os vértices de cada bloco experimental foram determinadas as diferenças de nível, em relação a um ponto localizado fora da área, adotando-se como altura do instrumento o valor de 1,47 m. Foram determinadas as diferenças de nível de cada bloco, em relação ao local de instalação do aparelho (BORGES, 1977).

4.8 Análises físico-químicas das águas

O açude do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II, UEPB, Lagoa Seca, foi utilizado como fonte de água, nas irrigações das plantas.

Durante quatro períodos da pesquisa (abril de 2009 - início da pesquisa, abril de 2010, outubro de 2010 e dezembro de 2010 - final da pesquisa) com a finalidade de se conhecer os atributos físicos e químicos, duas amostras da água do açude foram coletadas no ponto de captação da água (tubulação da válvula de pé) e submetidas a análises visando-se ao seu uso em irrigação (Tabela 11).

As análises para fins de irrigação foram realizadas no Laboratório de Irrigação e salinidade (LIS) da Universidade Federal de Campina Grande-PB, conforme metodologia contida em EMBRAPA (1997). As físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Referência e Dessalinização (LABDES) da Universidade Federal de Campina Grande-PB, baseando-se na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.



Tabela 11 – Atributos físico-químicos da água (açude do CCAA/CAMPUS II/ UEPB) utilizada nas irrigações do experimento, durante a pesquisa. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Características	ABR./09 (Pré-pesquisa)	ABR./10 (375DAT)	OUT./10 (555DAT)	DEZ./10 (615DAT)	VMP (*)
CE, água de irrigação, (dS m ⁻¹)**	1,20	1,02	0,98	1,27	xxx
pH, Potencial Hidrogeniônico**	7,18	7,45	7,18	8,00	6,0 a 9,5
Cálcio, Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)**	35,07	42,08	30,46	43,09	xxx
Magnésio, Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)**	32,22	26,02	31,25	34,90	xxx
Sódio, Na ⁺ (mg L ⁻¹)**	141,16	120,01	107,36	147,60	200,00
Potássio, K ⁺ (mg L ⁻¹)**	25,42	25,42	21,51	26,59	xxx
Carbonatos, CO ₃ ²⁻ (mg L ⁻¹)**	31,20	0,00	21,60	43,20	xxx
Bicarbonatos, SO ₄ ²⁻ (mg L ⁻¹)**	177,57	237,98	171,47	203,81	xxx
Cloretos, Cl ⁻ (mg L ⁻¹)**	284,31	200,29	206,32	263,04	250,00
RAS (mmolc L ⁻¹) ^{1/2} **	4,15	3,60	3,26	4,06	xxx
Classe da água**	C3	C3	C3	C3	xxx
Sulfatos, SO ₄ ²⁻ (mg L ⁻¹)	18,60	1,50	49,40	42,30	250,00
Dureza Total, CaCO ₃ , (mg L ⁻¹)	192,50	205,50	224,50	227,50	500,00
Turbidez, uT	2,00	7,10	11,50	13,60	5,00
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co L ⁻¹)	100,00	100,00	80,00	100,00	15,00
DQO, Demanda Química de Oxigênio, (mg O ₂ L ⁻¹)	56,00	-	-	-	xxx
Alumínio, Al ³⁺ , (mg L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
Ferro Total (mg L ⁻¹)	0,11	0,18	0,08	0,13	0,30
Alcalinidade em Hidróxidos, CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	xxx
Alcalinidade Total, CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	158,00	174,80	188,00	196,00	xxx
Fósforo Total (mg L ⁻¹)	-	-	1,10	5,60	xxx
Nitrato, NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,09	0,00	0,04	0,04	10,00
Nitrito, NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,02	0,01	0,01	0,01	1,00
Amônia, NH ₃ (mg L ⁻¹)	0,82	0,80	0,86	0,73	1,50
Sílica, SiO ₂ , (mg L ⁻¹)	7,90	4,50	4,10	3,70	xxx
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,17	-0,11	0,01	0,20	< 0
Total de Sólidos Dissol. Secos a 180 °C, mg L ⁻¹	576,30	693,70	752,40	783,20	1000,00

Análises realizadas no Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES), UFCG/CTRN. (**) Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade, UFCG/UAEA/CTRN. (*) VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

4.9 Salinização da água de irrigação

No preparo das águas foi utilizado o cloreto de sódio (NaCl), moído e sem iodo (APÊNDICE VIII), cuja quantidade (mg L⁻¹) foi determinada levando-se em consideração a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), de acordo com o tratamento, por meio da equação “CEa x 640”, na qual a CEa representa o valor desejado (RICHARDS, 1954). Na composição das águas salinizadas utilizou-se de água do açude, localizado na área experimental.

A condutividade elétrica da água do açude foi determinada, sempre, antes do enchimento dos reservatórios (caixas de 3000 L), para salinização e obtenção da CEa desejada e posterior uso nas irrigações do experimento. Conhecendo-se a CE da água do açude, calculava-se a quantidade de NaCl (em mg L⁻¹) a ser acrescida nas caixas de 3000 L, conforme a CEa desejada (APÊNDICES IX, X e XI).

4.10 Irrigações

A primeira irrigação com água salinizada aconteceu aos 166 DAT, em 1º de outubro de 2009, após o período chuvoso (março até setembro), tempo suficiente para a adaptação das plantas às condições de clima e solo do local do experimento e para estarem aptas a receber as irrigações com as águas correspondentes aos tratamentos.

No sistema de irrigação utilizado por gotejamento foram usados dois gotejadores por planta, autocompensantes, marca Katif, com vazão média por gotejador, especificada pelo fabricante, de 4,00 L/hora (APÊNDICE XII).

Usou-se um motor-bomba Dancor, 3 CV, trifásico, CAM W14, centrífuga para bombear a água do açude para as cinco caixas de salinização das águas. Em cada caixa, com capacidade para 3000 litros de armazenamento da água de irrigação, utilizou-se de uma bomba sapo, monofásica Anauger 900, para bombear e pressurizar o sistema de irrigação.

A primeira irrigação (volume de 34,16 mm) elevou o solo à capacidade de campo (CC). Os volumes das irrigações posteriores variaram em função da Evapotranspiração de referência (ET_o) e do balanço hídrico climatológico e foram calculados estimando-se o coeficiente cultural (K_c) para o valor 1,0 ($K_c = ETC/ET_o$), considerando-se estarem as plantas já com 6 meses no campo e já produzindo. Assim, a evapotranspiração da cultura (ET_c) foi igual à ET_o.

As irrigações foram registradas em planilha eletrônica (APÊNDICE XIII) e foram realizadas, quando necessárias, às segundas-feiras e quintas-feiras, correspondendo a turnos de regas de 4 e 3 dias, respectivamente.

4.10.1 Determinação da evapotranspiração de referência (ET_o)

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), foi adotada a metodologia de Penman & Monteith (FAO56), pois, quando são estabelecidos valores adequados para a resistência da cobertura vegetal, esse procedimento tem se mostrado superior aos demais métodos combinados na estimativa da evapotranspiração, para uma ampla variedade de climas, localidades e culturas (Allen et al., 1998).

Os elementos meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluvial, radiação global e velocidade do vento), necessários para a estimativa de ET_o, pelo método de Penman-Monteith, foram obtidos na estação meteorológica automática (EMA) GroWeather™ da EMEPA, localizada nas imediações da área experimental.

O cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o), proposto por Penman (1956) e Monteith (1965), passou por algumas parametrizações, tais como: resistência estomática de 70 S m⁻¹ e a altura da grama fixada em 0,12 m, propostas pelo boletim FAO-56 (ALLEN et al., 1998). Com isso, através da Equação 3 abaixo, foi obtida a evapotranspiração de referência.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \left(\frac{900U_2}{T+237}\right)(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34U_2)} \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que:

ET_o é a evapotranspiração de referência diária (mm); **Rn** é o saldo diário de radiação (MJ m⁻²); **G** é o fluxo de calor no solo diário (MJ m⁻²); **T** é a temperatura média diária do ar (°C); **U₂** é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m s⁻¹); **e_s** é a pressão da saturação do vapor média diária (kPa); **e_a** é a pressão atual de vapor média diária (kPa); **S** é a declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T_{med} (kPa °C⁻¹); **γ** é o coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹).

As equações necessárias para calcular as lâminas, os tempos das irrigações por gotejamento e a precipitação efetiva (baseada no Método do Serviço de Conservação de Solos dos EUA, em função da média mensal da precipitação pluviométrica total e da evapotranspiração de referência acumulada, em mm, quando a capacidade total de água do solo 'CTA' foi de 34,16 mm) foram as indicadas por BERNARDO et al. (1987 e 2006):

$$ETg = ETP * P / 100 \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:

ETg = Evapotranspiração média na irrigação por gotejamento (mm/dia)

ETP = Evapotranspiração potencial (mm/dia), sendo ETP = Kc * ET_o

Kc = Coeficiente cultural, sendo considerado sempre igual a 1,00, logo ETP = ET_o

ET_o = Evapotranspiração de referência (mm/dia)

P = % de área molhada, em relação à área total irrigada, sendo considerado o valor de 60%

$$LRN = (CC - PMP) / 10 * Da * f * z * P / 100 \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que:

LRN = Lâmina real necessária (mm)

CC = Capacidade de campo (% em peso), usado na pesquisa: 10,87%

PMP = Ponto de murchamento (% em peso), usado na pesquisa: 5,10%

Da = Densidade aparente do solo (g cm^{-3}), usado na pesquisa: 1,48%

f = Fator de disponibilidade de água no solo ($f < 1$), sendo considerado 0,70

z = Profundidade efetiva do sistema radicular (cm), sendo considerada 40 cm

P = % de área molhada, em relação à área total irrigada, sendo considerado o valor de 60%

$$\text{LTN} = [\text{LRN}/E] - \text{PE} \quad (\text{Eq. 6})$$

Em que:

LTN = Lâmina total necessária (mm)

E = Eficiência de irrigação, em decimal, sendo considerada 0,90

PE = Precipitação efetiva, lâmina mínima a considerar no cálculo: 5 mm

$$\text{TR} = \text{LTN}/\text{ETg} \quad (\text{Eq. 7})$$

Em que:

TR = Turno de rega, em dias

LTN = Lâmina total necessária (mm)

ETg = Evapotranspiração média na irrigação por gotejamento (mm/dia)

$$T = (\text{LTN} * \text{Eg} * \text{PM})/q \quad (\text{Eq. 8})$$

Em que:

T = Tempo de funcionamento por irrigação em faixa de planta (horas)

LTN = Lâmina total necessária (mm)

Eg = Espaçamento entre gotejadores ao longo da linha lateral (m), sendo considerado 0,60 m

PM = espaçamento entre linhas laterais (m), sendo considerado 1,50 m

q = Vazão do gotejador (L/h), sendo 2 gotejadores por planta, vazão por planta = 8,20 L/h

Na Tabela 12, encontra-se um resumo da precipitação pluvial, da evapotranspiração de referência acumulada, da precipitação efetiva (máximo acumulável) e do volume de água aplicado no solo, via irrigação, no período de abril de 2009 (transplântio das mudas), até dezembro de 2010 (615 DAT), final da pesquisa.

Tabela 12 – Resumo da precipitação pluviométrica total, da evapotranspiração de referência acumulada, da precipitação efetiva (máximo acumulável no solo) e da altura de água aplicada ao solo via irrigação no período de abril de 2009 (transplântio) até 30 de dezembro de 2010 (615 DAT), final da pesquisa. Lagoa Seca, PB

MÊS/ANO	Precipitação pluviométrica total (mm)	Evapotranspiração de referência acumulada (mm)	Precipitação efetiva (máximo acumulável) (mm)	Altura de água aplicada ao solo via irrigação (mm)
ABR/09 TRANSPLANTIO	224,10	99,47	128,02	-
MAI/09 45DAT	84,50	81,94	32,10	-
JUN/09 75DAT	146,60	75,00	83,80	-
JUL/09 105DAT	177,70	77,41	108,80	-
AGO/09 135DAT	121,90	94,21	71,66	-
SET/09 165DAT	27,70	114,66	7,80	34,16 C. de campo (28/09/09)
OUT/09 195DAT	0,00	140,60	0,00	93,73
NOV/09 225DAT	0,00	146,28	0,00	97,52
DEZ/09 255DAT	0,00	132,71	0,00	88,47
JAN/10 285DAT	115,10	99,98	78,22	26,99
FEV/10 315DAT	8,80	106,26	3,80	54,02
MAR/10 345DAT	25,60	146,69	14,70	84,47
ABR/10 375DAT	137,90	114,43	75,42	18,49
MAI/10 405DAT	39,70	121,20	24,20	56,41
JUN/10 435DAT	236,70	83,49	108,92	6,84
JUL/10 465DAT	72,40	86,08	61,24	6,08
AGO/10 495DAT	102,40	100,85	68,50	2,14
SET/10 525DAT	36,40	123,65	5,53	65,93
OUT/10 555DAT	0,00	132,30	0,00	88,20
NOV/10 585DAT	4,50	158,00	0,00	105,33
DEZ/10 615DAT	32,50	136,40	22,50	68,43
MÉDIA	75,93	112,93	42,63	56,08
TOTAL	1594,50	2371,61	895,21	897,21

4.10.2 Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e da vazão dos gotejadores (q)

O coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) e a vazão dos gotejadores (q) foram determinados, a partir da média de três repetições (APÊNDICE XIV), antes do início das irrigações, através da metodologia contida em Bernardo et al. (2006). Foram registrados CUD médio de 94,40% e vazão média do gotejador de 4,10 L/hora.

4.11 Fenologia do pinhão-manso, bravo e roxo

Para determinação da fenologia do pinhão-manso, bravo e roxo realizaram-se, diariamente, vistorias nas parcelas experimentais até que fosse possível identificar cada fase fenológica para cada uma das três espécies de *Jatropha* estudadas. A fase fenológica foi determinada a partir da média aritmética dos resultados das vistorias realizadas nos três blocos experimentais. Informações contidas em Nery (2008) foram adaptadas, procedendo-se da seguinte forma:

Fase I (Estabelecimento/desenvolvimento vegetativo): Compreendida antes do transplante das mudas no campo até o dia anterior ao do início da floração.

Fase II (Floração): Compreendida a partir do surgimento das primeiras inflorescências até o início da frutificação.

Fase III: (Maturação): Compreendida pelo período de maturação plena (final da fase II) até a colheita.

4.12 Avaliações

4.12.1 Variáveis de crescimento

As avaliações de altura das plantas em cm (AP), diâmetro caulinar em mm (DC) e número de folhas por planta (NFOP) foram realizadas nas 4 plantas úteis de cada parcela experimental (APÊNDICE XV).

As medições de 'AP' e 'DC' foram realizadas em duas etapas, sendo a primeira durante o período chuvoso e sem a aplicação dos tratamentos salinos, aos 15, 75 e 135 DAT, e

a segunda sob a influência da salinidade, aos 225, 315, 405, 495 e 585 DAT.

O NFOP, também, foi determinado em duas etapas. A primeira durante o período chuvoso e sem a aplicação de águas salinas, aos 15, 45, 75, 105, 135 e 165 DAT, e a segunda sob a influência dos tratamentos salinos, aos 195, 225, 255, 285, 315, 345, 435, 525 e 615 DAT.

A altura (AP) foi medida em cm, entre o colo da planta e a gema localizada na extremidade do ramo mais alto, com auxílio de uma trena fixada em um cano de PVC rígido; o diâmetro do caule (DC) foi avaliado com paquímetro digital (mm), ao nível do colo das plantas.

Na avaliação de NFOP foram consideradas apenas as folhas completamente expandidas, com pelo menos 3 cm de comprimento (nervura principal) e com a cor verde (pinhão-manso e bravo) e verde ou roxo para pinhão-roxo.

As taxas de crescimento foram estimadas a partir dos dados de altura de planta (AP) e diâmetro caulinar (DC), obtendo-se as taxas de crescimento relativo em altura (TCR_{AP}), e em diâmetro (TCR_{DC}), em duas etapas. A primeira etapa, sem irrigação com águas salinizadas e durante o período chuvoso, ocorreu nos períodos (T_1 - T_2) (15-45, 45-75, 75-105, 105-135 e 135-165 DAT). A segunda etapa, com aplicação dos tratamentos salinos, via irrigação, ocorreu nos períodos (T_1 - T_2) (165-195, 225-255 e 255-285 DAT). Foram utilizadas as 2 equações, a seguir, descritas em Benincasa (2003):

$$TCR_{AP} = \frac{\ln AP_2 - \ln AP_1}{T_2 - T_1} \quad (\text{Eq. 9})$$

$$TCR_{DC} = \frac{\ln DC_2 - \ln DC_1}{T_2 - T_1} \quad (\text{Eq. 10})$$

Em que:

TCR_{AP} = Taxa de crescimento relativo em altura de plantas ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

AP_1 = Altura da planta no tempo T_1 (cm)

AP_2 = Altura da planta no tempo T_2 (cm)

TCR_{DC} = Taxa de crescimento relativo caulinar em diâmetro ($\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

DC_1 = Diâmetro caule no tempo T_1 (mm)

DC_2 = Diâmetro do caule no tempo T_2 (mm)

T_1 = Início do período de determinação das taxas de crescimento relativo

T_2 = Final do período de determinação das taxas de crescimento relativo

ln = Logaritmo neperiano

4.12.2 Variáveis Fisiológicas

Condutância estomática 'gs', Transpiração 'T' e Taxa de fotossíntese líquida 'TFL'

A condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a transpiração 'T' ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a taxa de fotossíntese líquida 'TFL' ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ou taxa de assimilação de CO_2 foram determinadas por meio de um analisador de gás infravermelho (IRGA), portátil, modelo LCPro+ (ADC, UK), (APÊNDICE XVI). Os dados relativos às trocas gasosas foram obtidos a partir das curvas de resposta da fotossíntese à radiação que foram construídas variando-se o Fluxo de Fótons Fotossinteticamente Ativos (FFFA), entre zero e $1300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, totalizando dez pontos de radiação, com concentração de CO_2 constante. As leituras foram feitas aos 600 DAT, no período das 7 às 12 horas, na 4ª folha totalmente expandida de uma planta útil de cada parcela experimental, nas três repetições, isentas de pragas e de qualquer outro sinal ou sintoma.

4.12.3 Produção e seus componentes

As avaliações de produção foram realizadas, sempre quando havia frutos, durante 21 meses consecutivos (abril de 2009 a dezembro de 2010).

As produções do pinhão-manso, bravo e roxo foram avaliadas nas 4 plantas úteis de cada parcela experimental, com base nas seguintes variáveis: número de cachos por planta (NCP); número de frutos por planta (NFP); fitomassa de frutos por planta (FFP); fitomassa de sementes por planta (FSP); relação semente/fruto por planta (S/F) e determinação do teor dos óleos das sementes (TOS) para fins diversos (APÊNDICE XVII).

Número de cachos por planta - NCP

Determinado a partir do surgimento das inflorescências, com registros mensais, marcando-se os cachos nas plantas com o auxílio de um cordão de algodão, esta operação se fez necessária devido à deiscência e à floração e maturação desuniforme nas espécies em

estudo. As determinações de 'NCP' foram realizadas aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 435, 495 e 555 DAT em cada planta útil das parcelas experimentais.

Número de frutos por planta - NFP

O 'NFP' foi anotado, semanalmente, quando os frutos estavam maduros, considerando a grande heterogeneidade de sua maturação. No caso do pinhão-bravo e roxo, os frutos são deiscentes e a colheita foi feita quando estavam maduros (casca rachando, com verde opaco amarelado, aspecto murcho, sem brilho e cápsula rígida à compressão do dedo indicador e polegar), não sendo possível esperar colhê-los secos, pelo risco de se perder sementes, decorrente da deiscência da cápsula. Os frutos de pinhão-manso foram coletados quando estavam totalmente maduros (amarelados) ou secos. Ao final de todas as colheitas de cada mês se obteve o 'NFP' mensal em cada planta útil das parcelas experimentais.

As determinações de 'NFP' foram realizadas aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT.

Fitomassa de frutos por planta – FFP

A 'FFP' (g) foi obtida após a secagem dos frutos de pinhão-manso, bravo e roxo, por 72 horas, a 65°C, em estufa elétrica TECNAL, com circulação e renovação de ar. Após o processo de secagem, foram realizadas as pesagens da produção de frutos por planta útil de cada parcela experimental com balança de precisão (0,01g).

As determinações da 'FFP' foram realizadas aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT em cada planta útil das parcelas experimentais. A 'FFP' aos 225 DAT refere-se ao somatório das primeiras colheitas das plantas a partir do início da maturação/colheita dos frutos que ocorreu aos 104 DAT (pinhão-roxo), 173 DAT (pinhão-manso) e 203 DAT (pinhão-bravo). Esta medida foi adotada devido à heterogeneidade do início de maturação/colheita dos frutos das espécies estudadas.

Fitomassa de sementes por planta - FSP

Após pesagem, os frutos inteiros foram separados em cascas e sementes e, em seguida, foi obtida a fitomassa das sementes por planta útil de cada parcela experimental, com balança

de precisão (0,01g).

As determinações da 'FSP' foram realizadas aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT em cada planta útil das parcelas experimentais. A 'FSP', aos 225DAT, refere-se ao somatório das primeiras colheitas das plantas a partir do início da maturação/colheita dos frutos que ocorreu aos 104DAT (pinhão-roxo), 173DAT (pinhão-manso) e 203DAT (pinhão-bravo), medida adotada por causa da heterogeneidade do início de maturação/colheita dos frutos das espécies.

Relação semente/fruto por planta – S/F

A relação semente/fruto por planta e por tratamento foi determinada dividindo-se a fitomassa das sementes (FSP) pela fitomassa dos frutos (FFP).

As determinações da 'S/F' foram realizadas aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em cada planta útil das parcelas experimentais.

Teor de óleo das sementes (TOS)

Amostras de sementes das plantas úteis de cada parcela experimental, colhidas por tratamento salino, durante o período 195 DAT (outubro de 2009) a 345 DAT (março de 2010), foram identificadas e acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao Laboratório da Embrapa Algodão em Campina Grande – PB, onde foi determinado, aos 345 DAT, o teor de óleo nas sementes por Ressonância Magnética Nuclear (RMN), de baixo campo, conforme metodologia descrita em (AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY, 2005).

4.13 Salinidade do solo do experimento

Ao final do experimento, amostras compostas de solo, em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm) foram coletadas para realização de análises laboratoriais, visando-se observar os efeitos da aplicação da água salinizada sobre os atributos físicos e químicos do solo. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em peneiras com malha de 2 mm. Posteriormente, analisadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade/UFMG. No tratamento adicional (sequeiro), também se procederam as análises.

Nas amostras de solo das profundidades de 0-20 e 20-40 cm foram determinadas as concentrações de potencial hidrogeniônico do extrato de saturação (pH_{es}), condutividade

elétrica do extrato de saturação (CE_{es}), relação de adsorção de sódio (RAS) e percentagem de sódio trocável (PST), conforme metodologia de Richards (1977) e da EMBRAPA (1997). Para o pH, a análise de variância foi procedida com os valores da concentração de hidrogênio ($[H^+] = 10^{-pH}$) e depois se aplicou a escala de pH nas médias ($pH = -\log [H^+]$) (SANTOS e GHEYI, 2003).

4.14 Análises estatísticas

Os dados observados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998). Os graus de liberdade do fator níveis de sais foram decompostos em componentes de regressão polinomial, por se tratar de fator quantitativo (adotou-se para a construção das curvas o grau que melhor explicou o evento). Já os dados referentes ao fator 'espécies de *Jatropha* (manso, bravo e roxo)', de caráter qualitativo, foram analisados pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) (Gomes, 1985).

A interação (CEa x E) foi desdobrada, mesmo não sendo significativa, até regressão quadrática. Segundo Gomes (1985), quando o valor de F fica muito próximo, mas não atinge a significância, poderá haver diferença significativa entre a maior e a menor média. Também, pode não ser significativa a diferença entre médias, quando o F é significativo, porém muito próximo da não significância.

Os contrastes entre as médias dos tratamentos salinos e em sequeiro (QUADRO DE ANÁLISES NO APÊNDICE IV) foram avaliados pelo teste F a 5% de probabilidade (SANTOS et al., 2008).

As variáveis numéricas (contagens) tiveram suas médias transformadas em Logaritmo base 10 de (x), para realização das análises estatísticas, conforme recomendação de Santos et al. (2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Fenologia do pinhão-manso, bravo e roxo

Na Tabela 13, são apresentados os resultados da fenologia das espécies estudadas. O pinhão-roxo 'PR' é a espécie mais precoce nas quatro fases fenológicas, seguido do pinhão-manso 'PM' e, por fim, do pinhão-bravo 'PB'. Esses resultados foram obtidos quando ocorreram chuvas da ordem de 782,50 mm e sem aplicação dos tratamentos salinos. Esta pluviosidade favoreceu o crescimento e o desenvolvimento das três espécies de *Jatropha* e condiz com os resultados obtidos por Saturnino et al. (2005) demonstrando que a planta do pinhão-manso cresce em regiões com 480 a 2.380 mm anuais de chuvas, com resultados ainda melhores quando a taxa pluviométrica anual atinge patamar acima de 600 mm.

Santos (2008) caracterizou o comportamento fenológico do pinhão-manso cultivado em campo experimental, com as coordenadas geográficas 9° 27' 57,3" S e 35° 49' 57,4" W e altitude de 127 m, tendo constatado crescimento vegetativo com padrão sazonal, lento na estação seca e acelerado na estação chuvosa, com pico de floração e frutificação durante a estação chuvosa e ciclo reprodutivo médio de 120 dias do surgimento da inflorescência até o amadurecimento pleno do fruto na planta.

Nesta pesquisa, foi observado, também na estação chuvosa, acelerado crescimento inicial, pico de floração e frutificação e ciclos reprodutivos médios de 62, 82 e 97 dias do início da floração até o início da maturação até a primeira colheita em pinhão-roxo, bravo e manso, respectivamente (Tabela 13). Nota-se, na presente pesquisa, maior precocidade reprodutiva das três espécies de *Jatropha* com relação ao ciclo reprodutivo médio do pinhão-manso constatado pelo referido autor.

Tabela 13 – Fenologia do pinhão-manso, bravo e roxo determinada no ano de 2009, durante período chuvoso e sem aplicação dos tratamentos. Lagoa Seca, PB

FASE FENOLÓGICA	PINHÃO-ROXO DAT (MÊS/ANO)	PINHÃO-MANSO DAT (MÊS/ANO)	PINHÃO-BRAVO DAT (MÊS/ANO)
Estabelecimento/desenvolvimento vegetativo	41 (maio/09)	75 (junho/09)	120 (julho/09)
Início da floração	42 (maio/09)	76 (junho/09)	121 (julho/09)
Início da frutificação	69 (junho/09)	121 (julho/09)	152 (agosto/09)
Início da maturação	104 (julho/09)	173 (setembro/09)	203 (outubro/09)

* Mudanças produzidas em viveiro e transplantadas para o campo com 60 DAS

5.2 Variáveis de crescimento

5.2.1 Altura de plantas (AP)

Primeira etapa: avaliações até 165 DAT (sem aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância e a comparação de médias para altura de planta (AP) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 14. Ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) sobre o fator Espécie (E), aos 15, 75 e 135 DAT.

Na Tabela 14, encontra-se a comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para altura de planta das três espécies de *Jatropha*. Na primeira avaliação, aos 15 DAT, observam-se diferenças significativas, entre as espécies, sendo, constatada em pinhão-manso (PM) a maior altura de planta (AP) e em pinhão-bravo (PB), a menor altura.

Aos 75 DAT, observam-se resultados de altura de planta não significativos entre o pinhão-manso e o pinhão-roxo. Já o pinhão-bravo difere, significativamente, de 'PM' e de 'PR'. Aos 135 DAT, a maior altura de planta foi verificada em pinhão-bravo, diferindo, significativamente, de 'PM' e do 'PR', não diferindo, entre si, as duas últimas espécies (Tabela 14).

Na Tabela 14, constata-se, também, entre a primeira (15 DAT) e a última avaliação (135 DAT), ou seja, em 120 dias, crescimento acentuado em altura de planta de pinhão-manso, bravo e roxo, com aumentos de 109,73, 160,57 e 129,44 cm, respectivamente.

Arruda et al. (2004) relataram que o pinhão-manso é uma espécie de crescimento rápido, e atinge altura de dois a três metros quando as plantas estão adultas, podendo alcançar até cinco metros em condições especiais. Já Ratre (2004), avaliando o crescimento do pinhão-manso na Tailândia, observou que plantas dessa espécie atingiram altura média entre 83 e 110 cm, com 14 meses de idade. Nesta pesquisa, aos 135 DAT, com menos de 5 meses, as três espécies atingiram alturas acima de 147 cm, e o pinhão-bravo, mais de 177 cm.

Tabela 14 Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura de planta (cm) do pinhão-mansão (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15, 75 e 135 dias após o transplântio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

CV	GL	Quadrados Médios		
		ALTURA DE PLANTA – AP (cm)		
		15 DAT	75 DAT	135 DAT
Bloco	2	15,756 ^m	1074,393 ^{**}	5689,272 ^{**}
Espécie (E)	2	1578,693 ^{**}	1713,843 ^{**}	3713,260 ^{**}
Resíduo	40	7,943	102,172	220,487
	CV (%)	10,44	10,83	9,27
Espécies		Médias (cm)		
Pinhão-mansão (PM)		37,69a	102,62a	147,42b
Pinhão-bravo (PB)		17,23c	81,63b	177,80 ^a
Pinhão-roxo (PR)		26,08b	95,67a	155,52b
DMS		2,51	8,99	13,20

^mSignificativo ($p < 0,05$); ^{**} Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F. Médias, na vertical, seguidas pela mesma letra entre espécies, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Segunda etapa: avaliações após 165 DAT (com aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância, regressão e contraste para altura de planta das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 15. Ocorreu, efeito significativo ($P < 0,05$) da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a altura de planta (AP), apenas nos períodos de 195 e 315 DAT. Com relação ao fator espécie (E), ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) nos seis períodos avaliados, demonstrando existir diferenças significativas, entre a altura das plantas de pinhão-mansão, bravo e roxo. Já com relação à interação (CEa x E), constatou-se efeito significativo ($P < 0,01$), apenas aos 315 DAT.

Após o desdobramento da interação (CEa x E), verificado na Tabela 15, não se observa efeito significativo da CEa, para as três espécies de *Jatropha*. Nas Figuras 3 e 4 são apresentados, graficamente, os valores médios da altura de plantas de pinhão-mansão (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), nos períodos de avaliação, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). As equações de regressão e as médias estão na Tabela 16, onde não se observou efeito significativo da salinidade sobre a altura das três espécies estudadas. Isso demonstra a ausência de influência dos tratamentos salinos até 3,60 dS m⁻¹, no crescimento em altura das plantas. Também, é pertinente informar a ocorrência de 779,50 mm de chuva (Figuras 1, 2 e Tabela 12), na área experimental, no período de 195 a 585 DAT. Esse volume de água, provavelmente, contribuiu para não ser significativo o efeito da salinidade sobre a altura das plantas. Veras et al. (2011), em estudos de lisimetria de

drenagem, em condições de campo, não verificaram efeitos da salinidade sobre a altura de pinhão-manso.

Nery (2008), no primeiro ciclo, observou decréscimo maior (3,78%). Redução na altura de plantas de pinhão-manso, sob níveis crescentes de salinidade, também foi verificado por Rodrigues Filho (2011).

Nery (2011), durante pesquisa (segundo ciclo de produção) com a cultura do pinhão-manso, em ambiente protegido, sob níveis crescentes de salinidade (0,60 a 3,00 dS m⁻¹), observou aos 240 dias após a poda um decréscimo de 6,05% entre as alturas das plantas irrigadas com água de CE 0,60 e 3,00 dS m⁻¹, cerca de 2,52% por unidade de CEa.

Vale et al. (2006) verificaram, em pesquisa com o pinhão-manso submetido a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, em casa de vegetação, na fase inicial de crescimento (30 dias após a emergência), ser a altura das plantas afetada pela condutividade elétrica da água. Entre as plantas irrigadas com águas de condutividade elétrica de 0,6 e de 4,20 dS m⁻¹, os autores constataram redução de 19,70 para 13,30 cm na altura, correspondendo a cerca de 7,85% por unidade de acréscimo na CEa.

De acordo com Evangelista et al. (2009), a irrigação resultou em acréscimo significativo nos parâmetros de crescimento vegetativo de plantas de pinhão-manso; a lâmina correspondente a 120% da evaporação do tanque classe A foi a que proporcionou o maior crescimento em altura e diâmetro.

Na Tabela 15, encontram-se os dados da análise de variância, dos contrastes entre tratamentos com níveis de salinidade e tratamentos em sequeiro para altura de planta. As médias estão dispostas na Tabela 16. Verificou-se, efeito significativo sobre os tratamentos em todos os períodos avaliados (Tabela 15).

Analisando-se os contrastes para pinhão-manso e pinhão-roxo, observa-se não haver efeito significativo sobre a altura de plantas nos períodos avaliados; todos os contrastes foram não significativos, isto é, as plantas de 'PM' e 'PR' cresceram, em altura, de forma homogênea, tanto nos tratamentos salinos, como sob condições de sequeiro, conforme se verifica pelos valores das médias na Tabela 16.

Nas duas primeiras avaliações, aos 195 e 255 DAT, sem a ocorrência de chuvas, constata-se, para as três espécies estudadas, maior altura de planta sob condições de sequeiro com relação às médias no maior nível de salinidade da água de irrigação (3,60 dS m⁻¹), com diferenças verificadas para pinhão-manso, bravo e roxo da ordem de 16,25, 58,00 e 18,46 cm, respectivamente (Tabela 16).

Roza (2010), pesquisando sobre a eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L., submetidas à deficiência hídrica, em experimento realizado em área aberta, em vasos de PVC com capacidade para 310 L, verificou que a altura das plantas foi afetada negativamente, pelo estresse hídrico, sendo menor no tratamento de seca (plantas na fase reprodutiva, após 163 dias da germinação, sujeitas a estresse hídrico, a partir da suspensão das irrigações e da instalação de proteção do solo dos vasos das plantas com lona plástica para impedir a incidência das chuvas, durante 51 dias), com reduções de até 100%, em relação às plantas, sob irrigação regular, cuja umidade do solo permaneceu próxima à capacidade de campo. Já Achten et al. (2010), também, encontraram em *J. curcas* uma inferioridade de 20 cm na altura das plantas, em condições de estresse hídrico moderado.

Com relação aos contrastes para pinhão-bravo (PB), observa-se, na Tabela 15, a ocorrência de contrastes significativos, em todos os períodos avaliados, sobre a altura de plantas. Fazendo-se uma análise mais detalhada, verifica-se maior quantidade de contrastes significativos entre os períodos 195 DAT a 255 DAT, com maiores médias em altura de plantas de 'PB' em sequeiro (Tabela 16). É importante informar ter ocorrido a primeira aplicação dos tratamentos salinos, via irrigação, aos 166 DAT (início do período de estiagem). A partir de 315 DAT, até a última avaliação aos 585 DAT, os contrastes foram significativos apenas no maior nível de concentração de sais ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), com exceção para o contraste de nível de salinidade $1,80 \text{ dS m}^{-1}$ versus sequeiro, aos 585 DAT.

Na última avaliação, aos 585 DAT (Tabela 12), as plantas de pinhão-manso, bravo e roxo, sob condições de sequeiro, cresceram em altura 3,25, 77,67 e 15,67 cm, a mais do que sob o nível salino de $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Tabela 16). Vale salientar, a ocorrência de chuvas (Tabela 12) nos meses anteriores à referida avaliação, com provável influência nesses resultados.

Em pesquisa realizada por Silva (2009), submetendo plantas de pinhão-manso a níveis crescentes de reposição de água (0,25 a 1,25 da evapotranspiração – ETc), foi verificado que o incremento do suprimento hídrico ocasionou maior crescimento em altura das plantas durante todo o período estudado; os maiores valores de altura das plantas de pinhão-manso ocorreram nos tratamentos de maior nível de reposição da ETc, indicando que o pinhão-manso é uma cultura sensível ao estresse hídrico.

Na Tabela 16, encontra-se a comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para a altura de planta das três espécies em estudo, irrigadas com água salinizada. Da primeira avaliação, aos 195 DAT, até a última, aos 585 DAT, foram registradas diferenças significativas na altura de plantas, sob influência dos níveis de salinidade da água

de irrigação. Maior altura (AP) foi constatada em pinhão-bravo, nos períodos avaliados, diferindo, significativamente, do pinhão-manso e do pinhão-roxo.

O pinhão-manso (PM), aos 195, 255 e 405 DAT, diferiu, significativamente, do pinhão-bravo e do pinhão-roxo, com as menores médias de crescimento em altura de plantas. Já, nos períodos 315, 495 e 585 DAT, o pinhão-manso e o pinhão-roxo não diferem entre si em altura de planta (Tabela 16). Observou-se, também, para pinhão-roxo (PR), nos seis períodos de avaliação, o segundo melhor desempenho em altura de planta (Tabela 16).

Na última avaliação, aos 585 DAT, a altura de planta do 'PB' supera a do 'PM' e do 'PR' em 90,67 e 87,93%, respectivamente (Tabela 16).

Nery (2011) em pesquisa com a cultura do pinhão-manso sob níveis crescentes de salinidade (0,60 a 3,00 dS m⁻¹) verificou que, aos 180 e 210 DAPd, as plantas tinham, em média, altura de 1,48 m e 1,60 m, respectivamente, sem efeito significativo da salinidade sobre as plantas. Nery (2008) constatou que o crescimento mais pronunciado do pinhão-manso foi até 210 dias após o transplântio, estabilizando-se a partir dessa data, coincidindo com a fase reprodutiva das plantas. A autora também observou que, durante o primeiro ciclo, ocorreu crescimento mais pronunciado ainda até 100 dias, após a semeadura, quando as plantas já se encontravam em floração. Esses dados estão de acordo com a presente pesquisa, porque, também, foi observada a ocorrência de estabilização do crescimento das plantas coincidindo com o início das fases reprodutivas, conforme verificado na fenologia das espécies em estudo (Tabela 13) e, também, através dos resultados das avaliações das variáveis de crescimento em discussão.

Silva (2009), em pesquisa com pinhão-manso irrigado com lâminas crescentes da ETc, observou aos 396 DAT que havia plantas com altura média de 2,5 m, no nível de reposição de água (Nr4 = 1,00 da evapotranspiração - ETc) e de 2,8 m, no nível de reposição de água (Nr5 = 1,25 da evapotranspiração - ETc).

Tabela 15 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para altura de planta (cm) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

CV	GL	Quadrados Médios						
		ALTURA DE PLANTA – AP (cm)						
		195	255	315	405	495	585 DAT	
(A)								
Bloco	2	3147,218**	3871,039**	4995,988**	6337,218**	7074,217**	4646,704*	
Salinidade (CEa)	4	467,333*	769,030**	1183,767*	844,377**	1096,099**	1985,450**	
Resíduo (a)	8	112,663	203,855	186,687	489,074	568,934	831,209	
Espécie (E)	2	34923,685**	53624,260**	96119,679**	138507,085**	158564,379**	154690,538**	
CEa x E	8	227,150**	272,560**	760,280**	829,024**	916,180**	1093,246**	
Resíduo (b)	20	229,442	224,183	427,818	466,613	593,159	610,081	
	CV (%) a	5,75	7,04	5,63	8,64	9,06	11,28	
	CV (%) b	8,21	7,38	8,52	8,44	9,25	9,66	
(B)								
CEa/PM	R. linear	1	119,002**	205,408**	484,008**	732,602**	598,533**	808,602**
	R. quadr.	1	63,763**	52,595**	18,667**	54,287**	0,482**	3,871**
CEa/PB	R. linear	1	556,852**	381,633**	2553,019**	1748,033**	1125,469**	2197,352**
	R. quadr.	1	931,073**	1205,357**	1497,037**	1314,881**	2518,751**	1186,680**
CEa/PR	R. linear	1	168,033**	92,752**	37,408**	12,675**	39,675**	21,675**
	R. quadr.	1	247,714**	234,537**	203,720**	285,482**	1000,595**	1184,024**

Continuação da Tabela 15

(C)		Quadrados Médios					
FV	GL	195	255	315	405	495	585 DAT
Bloco	2	4108,064**	5168,598**	6752,203**	8156,279**	8136,501**	6380,449**
Tratamentos	17	5733,499**	8615,414**	14512,596**	20444,354**	23774,841**	24447,872**
Resíduo adicional	34	212,115	251,288	409,957	500,338	711,721	777,007
PMCEa1,20 vs Seq.	1	65,010 ^{ns}	0,260 ^{ns}	82,510 ^{ns}	0,510 ^{ns}	294,000 ^{ns}	297,510 ^{ns}
PMCEa1,80 vs Seq.	1	704,167 ^{ns}	333,760 ^{ns}	6,510 ^{ns}	54,000 ^{ns}	75,260 ^{ns}	98,010 ^{ns}
PMCEa2,4 vs Seq.	1	222,042 ^{ns}	140,167 ^{ns}	20,167 ^{ns}	14,260 ^{ns}	240,667 ^{ns}	128,344 ^{ns}
PMCEa3,0 vs Seq.	1	575,260 ^{ns}	219,010 ^{ns}	276,760 ^{ns}	1418,344 ^{ns}	58,594 ^{ns}	126,042 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	463,760 ^{ns}	333,760 ^{ns}	35,042 ^{ns}	250,260 ^{ns}	4,167 ^{ns}	15,844 ^{ns}
PBCEa1,20 vs Seq.	1	1426,042*	1346,402*	55,510 ^{ns}	6,000 ^{ns}	32,667 ^{ns}	304,594 ^{ns}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	1426,042*	1948,683**	189,844 ^{ns}	392,042 ^{ns}	1040,167 ^{ns}	5581,500*
PBCEa2,4 vs Seq.	1	1204,167*	1137,953*	96,000 ^{ns}	145,042 ^{ns}	35,042 ^{ns}	308,167 ^{ns}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	720,510 ^{ns}	242,316 ^{ns}	376,042 ^{ns}	70,042 ^{ns}	133,010 ^{ns}	585,094 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	4845,042**	5303,237**	4306,760**	4004,167**	4240,042*	9048,167**
PRCEa1,20 vs Seq.	1	0,375 ^{ns}	0,667 ^{ns}	207,094 ^{ns}	78,844 ^{ns}	204,167 ^{ns}	123,760 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	731,510 ^{ns}	787,760 ^{ns}	416,667 ^{ns}	776,344 ^{ns}	590,042 ^{ns}	1734,000 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	688,010 ^{ns}	620,167 ^{ns}	28,167 ^{ns}	173,344 ^{ns}	412,510 ^{ns}	1372,594 ^{ns}
PRCEa3,0 vs Seq.	1	106,260 ^{ns}	20,167 ^{ns}	70,042 ^{ns}	157,594 ^{ns}	198,375 ^{ns}	73,500 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	551,042 ^{ns}	472,594 ^{ns}	46,760 ^{ns}	54,000 ^{ns}	4,594 ^{ns}	368,167 ^{ns}
CV (%)		7,74	7,70	8,32	8,68	10,11	10,80

*Significativo ($p < 0,05$); **Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F.

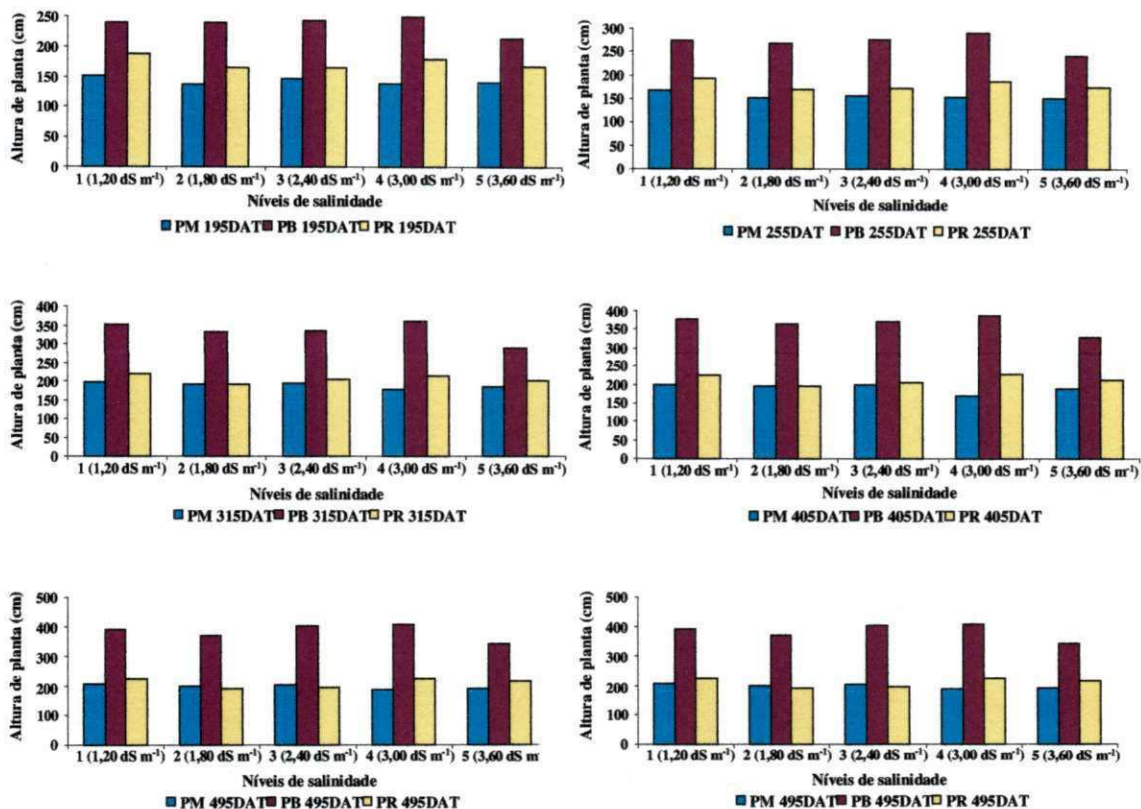


Figura 3. Valores médios da altura de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

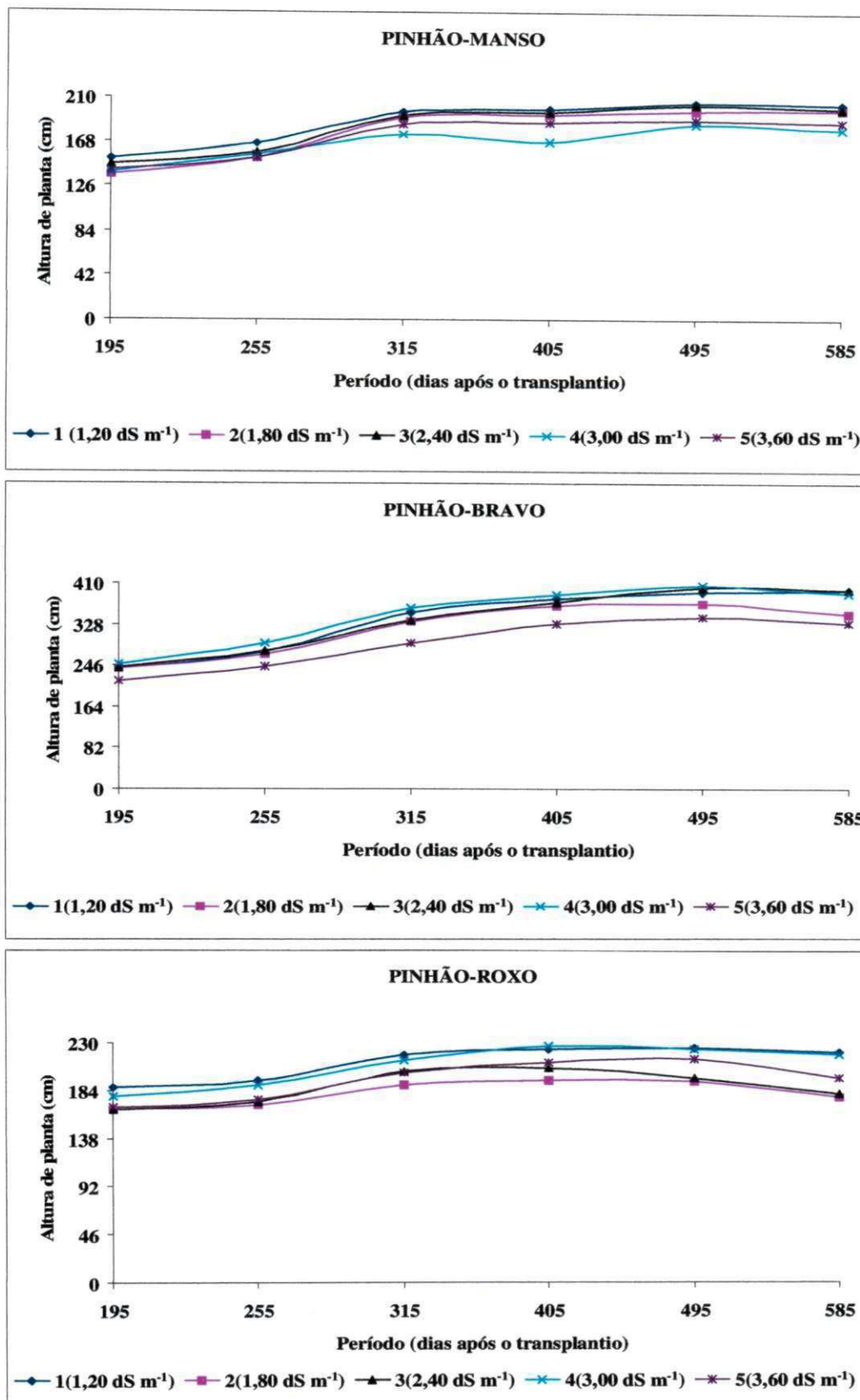


Figura 4. Evolução da altura de planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.2.2 Diâmetro caulinar (DC)

Primeira etapa: avaliações até 165 DAT (sem aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância e comparação de médias para diâmetro caulinar (DC) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 17. Ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) sobre o fator Espécie (E), em todos os períodos avaliados.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para o 'DC' de plantas das três espécies de *Jatropha* está na Tabela 17. Nas três avaliações realizadas, 15, 75 e 135 DAT, observam-se diferenças significativas no diâmetro caulinar, entre as três espécies estudadas. Constatou-se, aos 15 DAT, superioridade do pinhão-bravo (PB), em diâmetro caulinar (DC), diferindo, significativamente, do pinhão-manso (PM) e do pinhão-roxo (PR). Também, aos 15 DAT, registrou-se, para pinhão-manso, 'DC' significativamente superior aos valores de pinhão-roxo. Constatou-se, para pinhão-manso, aos 75 e 135 DAT, as maiores médias de 'DC', diferindo-o significativamente do 'pinhão-bravo e do pinhão-roxo. Ainda, nos períodos 75 e 135 DAT, foram obtidas diferenças significativas entre o pinhão-bravo e roxo, com maiores valores de 'DC' em 'PB'.

Entre estes períodos avaliativos, dos 15 a 135 DAT, com elevado crescimento inicial das plantas, constataram-se altos percentuais de aumento, em diâmetro caulinar do pinhão-manso, bravo e roxo, da ordem de 320,81, 165,85 e 338,55%, respectivamente (Tabela 17). Com esses dados, observa-se menor aumento em diâmetro caulinar para o pinhão-bravo, não ocorrendo o mesmo, com relação à altura de planta, em discussão anterior (Tabela 14), quando a maior altura foi observada para pinhão-bravo.

Na última avaliação, aos 135 DAT, verificou-se, para pinhão-manso, diâmetro caulinar 1,45 vezes (44,91%) maior do que em pinhão-bravo e 1,73 vezes (73,47%) maior do que em pinhão-roxo. Essa superioridade do pinhão-manso não foi verificada na discussão anterior para variável altura de planta (Tabela 14).

Tabela 17 Resumo da análise de variância e comparação de médias para diâmetro caulinar (mm) do pinhão-mansão (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15, 75 e 135 dias após o transplante – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

CV	GL	Quadrados Médios		
		DIÂMETRO CAULINAR – DC (mm)		
		15 DAT	75 DAT	135 DAT
Bloco	2	1,701 ^{ns}	26,841 ^{ns}	64,387 ^{ns}
Espécie (E)	2	307,335 ^{***}	1325,332 ^{***}	3150,427 ^{***}
Resíduo	40	0,767	9,079	9,226
	CV (%)	6,32	9,00	6,08
Espécies		Médias (mm)		
Pinhão-mansão (PM)		15,71b	43,50a	66,11a
Pinhão-bravo (PB)		17,16a	32,04b	45,62b
Pinhão-roxo (PR)		8,69c	24,87c	38,11c
DMS		0,78	2,68	2,70

^{*}Significativo ($p < 0,05$); ^{**}Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F. Médias, na vertical, seguidas pela mesma letra entre espécies, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Segunda etapa: avaliações após 165 DAT (com aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância, regressão e contraste para diâmetro caulinar (DC) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 18. Não foi significativo o efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre o diâmetro caulinar (DC) das plantas, em qualquer dos períodos avaliados. Com relação ao fator espécie (E), constatou-se diferença significativa no diâmetro das plantas de pinhão-mansão (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR).

Mesmo não sendo significativa, foi desdobrada a interação CEa x E (Tabela 18), em todos os períodos avaliados (Gomes, 1985).

Representou-se graficamente, nas Figuras 5 e 6, as médias de 'DC' de plantas de 'PM', 'PB' e 'PR', nos seis períodos de avaliação, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), expondo-se médias e equações de regressão na Tabela 19. Pelos dados contidos aos 195, 255, 315, 495 e 585 DAT, nota-se não ter sido significativo o efeito da salinidade sobre as três espécies de *Jatropha*, portanto, não havendo influência significativa da salinidade da água de irrigação até 3,60 dS m⁻¹, no crescimento em diâmetro caulinar das plantas das três espécies de *Jatropha*.

Já, aos 405 DAT (Figura 5), de forma isolada, os níveis de salinidade afetaram linearmente o diâmetro caulinar de plantas de pinhão-mansão, não acontecendo o mesmo para pinhão-bravo e pinhão-roxo. Pela Tabela 12, observa-se entre 376 e 405 DAT a ocorrência de

39,70 mm de chuva contra 121,20 mm de evapotranspiração, com provável influência nesse resultado. De acordo com as médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 19), o decréscimo linear verificado no diâmetro caulinar das plantas de 'PM' entre os níveis de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹) foi de 12,66%, e, por unidade de CEa, o decréscimo foi igual a 5,28%.

Nery et al. (2009) verificaram efeito da salinidade, em cada época de avaliação, ao longo de todo o período experimental, onde o diâmetro do caule decresceu, com tendência linear, com o aumento da salinidade. Nas avaliações finais notaram equivalência dos valores de diâmetro das plantas irrigadas com águas de 0,60 e 1,20 dS m⁻¹ e, também, observaram comportamento semelhante entre os dois níveis salinos mais elevados (2,40 e 3,00 dS m⁻¹). Veras et al. (2011) não registraram efeitos significativos dos níveis salinos sobre o diâmetro do caule do pinhão-manso até 360 DAT e ainda observaram valores muito aproximados no nível mais baixo de CEa (0,60 dS m⁻¹), aos 210 DAT, diâmetro de 7,67 mm e 8,9 mm, aos 360 DAT. Esses resultados corroboram o que foi verificado na presente pesquisa onde se observaram situações semelhantes, com médias em diâmetro caulinar (DC) com valores aproximados, tanto nas menores como nas maiores concentrações de salinidade.

Nery (2011), também, verificou resultado semelhante para pinhão-manso com decréscimos, entre N1 (0,60 dS m⁻¹) e N5 (3,00 dS m⁻¹), variando de 12,12% aos 240 dias após a poda (DAPd) a 16,32% (180 DAPd). Outros dados que corroboram os da presente pesquisa foram relatados por Nery et al. (2009) que observaram comportamento semelhante, também para pinhão-manso, quando os decréscimos, entre N1 (0,60 dS m⁻¹) e N5 (3,00 dS m⁻¹), chegaram a 17,63%, aos 163 dias após a semeadura-DAS.

Com resultado similar ao desta pesquisa, Veras et al. (2011) em recente pesquisa, com pinhão-manso, em lisímetros de drenagem a céu aberto, também, não registraram efeitos significativos dos níveis salinos (0,60 a 5,40 dS m⁻¹) sobre o diâmetro do caule do pinhão-manso até 360 dias após transplantio. Veras et al. (2011) atribuíram que os efeitos não se manifestaram, provavelmente, devido às chuvas ocasionais que diluem a salinidade do solo. Essa hipótese corrobora os resultados obtidos nesta pesquisa cujo experimento passou por grande influência de fatores externos, conforme já explicitado em discussão anterior para altura de plantas (AP).

Um aspecto importante foi observado por Cavalcanti et al. (2005), ao verificarem, aos 80 dias após a germinação, menor redução no diâmetro de caule da mamoneira, com declínio de 0,20 mm (1,45%) por aumento unitário da CEa. Rodrigues Filho (2011), ao submeter plantas de pinhão-manso a níveis crescentes de salinidade (0,60 a 5,40 dS m⁻¹), não observou,

no início das avaliações, diferenças entre os diâmetros das plantas irrigadas, mas, nas duas avaliações seguintes (aos 50 e 120 dias), houve um aumento do diâmetro em função do incremento dos níveis de CEa. Entretanto, a partir de 120 dias após a poda, reduziu-se o diâmetro caulinar com o incremento dos níveis de CEa, permanecendo, assim, até o final do experimento.

Encontram-se, na Tabela 18, os dados de análise de variância dos contrastes, entre os tratamentos com salinidade e os tratamentos controles, em plantas sob condições de sequeiro, não irrigadas com água salinizada, com reposição hídrica apenas das chuvas, para diâmetro caulinar (DC) das plantas de pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo. As médias estão dispostas na Tabela 19, verificando-se efeito significativo ($P < 0,01$) sobre os tratamentos, em todos os períodos (Tabela 18).

Para pinhão-manso, bravo e roxo, após o desdobramento dos contrastes, entre os tratamentos salinos e sob sequeiro (Tabela 18), constataram-se, para alguns casos, efeito significativo sobre o 'DC' de plantas com menores médias nos tratamentos sob condições de sequeiro (Tabela 19). Essa constatação ocorre de forma geral, durante toda fase experimental, para as três espécies em estudo (Tabela 19).

Após 90 dias sem a ocorrência de chuvas, a partir de 195 DAT (Tabela 12), constata-se, na Tabela 19, aos 255 DAT, menor discrepância dos valores de diâmetro caulinar das três espécies de *Jatropha*, entre o maior nível de salinidade estudado ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$) e a condição de sequeiro. Essa discrepância aumenta, caso a comparação seja feita entre o menor nível de salinidade em estudo ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e em sequeiro. Na primeira situação a menor discrepância foi verificada para pinhão-bravo. Na segunda situação a maior discrepância foi constatada para pinhão-manso (Tabela 19).

Em pesquisa sobre a eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas à deficiência hídrica, Roza (2010), também, verificou que o diâmetro do coleto das plantas foi afetado com o estresse hídrico e foi inferior no tratamento de seca, apresentando reduções de até 100% do valor no tratamento. Efeitos negativos no crescimento do diâmetro da planta em condições de estresse hídrico ocorrem devido à redução no crescimento celular (JALEEL et al., 2009; ACHTEN et al., 2010; SAUSEN, 2007; COSTA et al., 2008).

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para o diâmetro caulinar (DC) de plantas das três espécies de *Jatropha* está na Tabela 19. Nas seis avaliações realizadas (195 a 585 DAT), sob influência dos níveis de salinidade da água de

irrigação, foram observadas diferenças significativas, entre os diâmetros caulinares das três espécies estudadas.

Em pinhão-mansão (PM), foram registradas as maiores médias de diâmetro caulinar (DC), nos seis períodos de avaliação. Nesses períodos, o pinhão-mansão difere, significativamente, do pinhão-bravo e do pinhão-roxo e estas duas últimas diferem entre si, sendo o DC de pinhão-bravo superior ao de pinhão-roxo, em todos os períodos (Tabela 19).

Na última avaliação, aos 585 DAT, o diâmetro caulinar do 'PM' supera o do 'PB' e do 'PR' em 17,02% e 46,03%, respectivamente. O pinhão-bravo apresenta diâmetro caulinar 24,79% maior do que o do pinhão-roxo (Tabela 19). Comparando-se os valores dos diâmetros caulinares do pinhão-mansão, bravo e roxo, entre a primeira e a última avaliação, aos 195 DAT e 585 DAT, constataram-se, aumentos de 35,99, 47,34 e 45,19%, respectivamente (Tabela 19).

Tabela 18 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para diâmetro caulinar (mm) do pinhão-mansão (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

CV	GL	Quadrados Médios						
		DIÂMETRO CAULINAR – DC (mm)						
		195	255	315	405	495	585 DAT	
(A)								
Bloco	2	252,110**	231,720**	212,236*	177,811 ^{ns}	130,098 ^{ns}	441,528**	
Salinidade (CEa)	4	31,025 ^{ns}	42,904 ^{ns}	123,186 ^{ns}	154,978 ^{ns}	146,683 ^{ns}	69,813 ^{ns}	
Resíduo (a)	8	8,585	21,398	33,942	83,803	53,609	41,163	
Espécie (E)	2	2461,084**	2951,257**	4071,320**	4500,280**	4065,579**	3488,786**	
CEa x E	8	9,801 ^{ns}	15,405 ^{ns}	50,037 ^{ns}	69,817 ^{ns}	45,261 ^{ns}	66,160 ^{ns}	
Resíduo (b)	20	23,308	29,613	39,756	68,849	60,122	68,674	
	CV (%) a	5,09	7,21	7,99	11,75	9,31	7,84	
	CV (%) b	8,38	8,48	8,64	10,65	9,86	10,13	
(B)								
CEa/PM	R. linear	1	15,856 ^{ns}	75,177 ^{ns}	139,019 ^{ns}	301,340*	55,733 ^{ns}	95,373 ^{ns}
	R. quadr.	1	28,917 ^{ns}	4,999 ^{ns}	32,069 ^{ns}	36,066 ^{ns}	83,754 ^{ns}	31,391 ^{ns}
CEa/PB	R. linear	1	5,343 ^{ns}	24,716 ^{ns}	174,339 ^{ns}	48,692 ^{ns}	101,568 ^{ns}	16,002 ^{ns}
	R. quadr.	1	4,174 ^{ns}	8,952 ^{ns}	61,250 ^{ns}	36,587 ^{ns}	20,720 ^{ns}	15,592 ^{ns}
CEa/PR	R. linear	1	4,196 ^{ns}	2,420 ^{ns}	6,533 ^{ns}	2,454 ^{ns}	11,041 ^{ns}	11,995 ^{ns}
	R. quadr.	1	7,159 ^{ns}	6,110 ^{ns}	23,715 ^{ns}	88,653 ^{ns}	245,195 ^{ns}	148,332 ^{ns}

Continuação da Tabela 18

(C)		Quadrados Médios					
FV	GL	195	255	315	405	495	585 DAT
Bloco	2	215,384**	203,816**	177,755*	239,841 ^{ns}	130,089 ^{ns}	496,533**
Tratamentos	17	362,101**	433,784**	648,894**	722,889**	628,201**	559,241**
Resíduo adicional	34	23,267	29,827	38,205	79,894	67,086	77,686
PMCEa1,20 vs Seq.	1	149,600*	299,344**	731,731**	663,602**	474,904*	443,588*
PMCEa1,80 vs Seq.	1	30,555 ^{ns}	155,347*	354,509**	266,667 ^{ns}	245,248 ^{ns}	250,519 ^{ns}
PMCEa2,4 vs Seq.	1	56,304 ^{ns}	193,915*	454,836**	308,453 ^{ns}	193,234 ^{ns}	244,737 ^{ns}
PMCEa3,0 vs Seq.	1	29,084 ^{ns}	64,419 ^{ns}	146,422 ^{ns}	43,632 ^{ns}	85,202 ^{ns}	66,400 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	61,568 ^{ns}	96,561 ^{ns}	296,947**	125,767 ^{ns}	277,576*	195,510 ^{ns}
PBCEa1,20 vs Seq.	1	46,928 ^{ns}	106,176 ^{ns}	672,042**	168,222 ^{ns}	256,760 ^{ns}	7,172 ^{ns}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	1,782 ^{ns}	9,400 ^{ns}	249,099*	1,297 ^{ns}	5,607 ^{ns}	138,528 ^{ns}
PBCEa2,4 vs Seq.	1	0,042 ^{ns}	3,604 ^{ns}	42,560 ^{ns}	0,763 ^{ns}	2,843 ^{ns}	80,300 ^{ns}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	67,402 ^{ns}	84,525 ^{ns}	408,375**	121,230 ^{ns}	170,880 ^{ns}	21,357 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	0,687 ^{ns}	2,829 ^{ns}	80,081 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,355 ^{ns}	99,797 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	67,536 ^{ns}	92,984 ^{ns}	218,407*	303,739 ^{ns}	256,891 ^{ns}	165,900 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	32,994 ^{ns}	21,056 ^{ns}	9,475 ^{ns}	3,588 ^{ns}	25,051 ^{ns}	43,956 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	11,016 ^{ns}	23,404 ^{ns}	94,724 ^{ns}	150,400 ^{ns}	1,837 ^{ns}	34,225 ^{ns}
PRCEa3,0 vs Seq.	1	53,104 ^{ns}	89,089 ^{ns}	110,768 ^{ns}	141,329 ^{ns}	80,667 ^{ns}	58,844 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	26,586 ^{ns}	30,016 ^{ns}	67,201 ^{ns}	151,002 ^{ns}	106,597 ^{ns}	263,476 ^{ns}
CV (%)		8,49	8,66	8,71	11,68	10,60	10,89

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 19 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para diâmetro caulinar (mm) do pinhão-mansinho (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Médias								
195DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				
PM	74,78a	69,30a	70,92a	69,19a	71,20a	71,08a	64,79	Y = 71,08 ^{ns}
PB	58,81b	54,31b	53,38b	59,92a	53,89b	56,06b	53,22	Y = 56,06 ^{ns}
PR	47,45c	45,43b	43,45b	46,69b	44,95b	45,59c	40,74	Y = 45,59 ^{ns}
Média	60,35a	56,35a	55,92a	58,60a	56,68a	57,58	52,91	d.m.s. (espécies) = 4,46
255DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				
PM	82,47a	78,52a	79,71a	74,89a	76,36a	78,39a	68,34	Y = 78,39 ^{ns}
PB	67,86b	61,95b	60,99b	66,95a	60,82b	63,71b	59,44	Y = 63,71 ^{ns}
PR	52,67c	48,54c	48,75c	52,50b	49,27c	50,35c	44,80	Y = 50,35 ^{ns}
Média	67,66a	63,00a	63,15a	64,78a	62,15a	64,15	57,53	d.m.s. (espécies) = 5,03
315DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				
PM	95,46a	88,75a	90,79a	83,26a	87,45a	89,14a	73,37	Y = 89,14 ^{ns}
PB	82,05b	73,77b	66,21b	77,38a	68,19b	73,52b	60,88	Y = 73,52 ^{ns}
PR	61,71c	51,16c	56,59b	57,24b	55,34b	56,21c	48,64	Y = 56,21 ^{ns}
Média	79,41a	71,22a	71,20a	72,62a	70,32a	72,96	60,97	d.m.s. (espécies) = 5,83
405DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				
PM	102,20a	94,50a	95,51a	86,56a	90,33a	93,82a	81,17	Y = 106,50 - 5,28x R ² = 0,7254 [†]
PB	87,05a	77,39a	75,75b	85,45a	76,65ba	80,46b	76,46	Y = 80,46 ^{ns}
PR	65,20b	49,43b	60,99b	60,68b	61,01b	59,46c	50,97	Y = 59,46 ^{ns}
Média	84,82a	73,77a	77,41a	77,56a	75,99a	77,91	69,53	d.m.s. (espécies) = 7,67
495DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				
PM	100,15a	95,14a	93,70a	89,89a	95,96a	94,97a	82,35	Y = 94,97 ^{ns}
PB	86,57a	75,42b	74,87b	84,16a	73,00b	78,81b	73,49	Y = 78,81 ^{ns}
PR	68,76b	59,76b	54,57c	63,01b	64,11b	62,04c	55,67	Y = 62,04 ^{ns}
Média	85,16a	76,78a	74,38a	79,02a	77,69a	78,61	70,50	d.m.s. (espécies) = 7,17
585DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				
PM	101,67a	97,39a	97,24a	91,12a	95,89a	96,66a	84,47	Y = 96,66 ^{ns}
PB	88,61a	76,82b	79,11b	90,20a	78,27b	82,60b	86,43	Y = 82,60 ^{ns}
PR	68,66b	63,56b	62,92b	64,41b	71,40b	66,19c	58,15	Y = 66,19 ^{ns}
Média	86,31a	79,26a	79,76a	81,91a	81,85a	81,82	76,35	d.m.s. (espécies) = 7,66

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

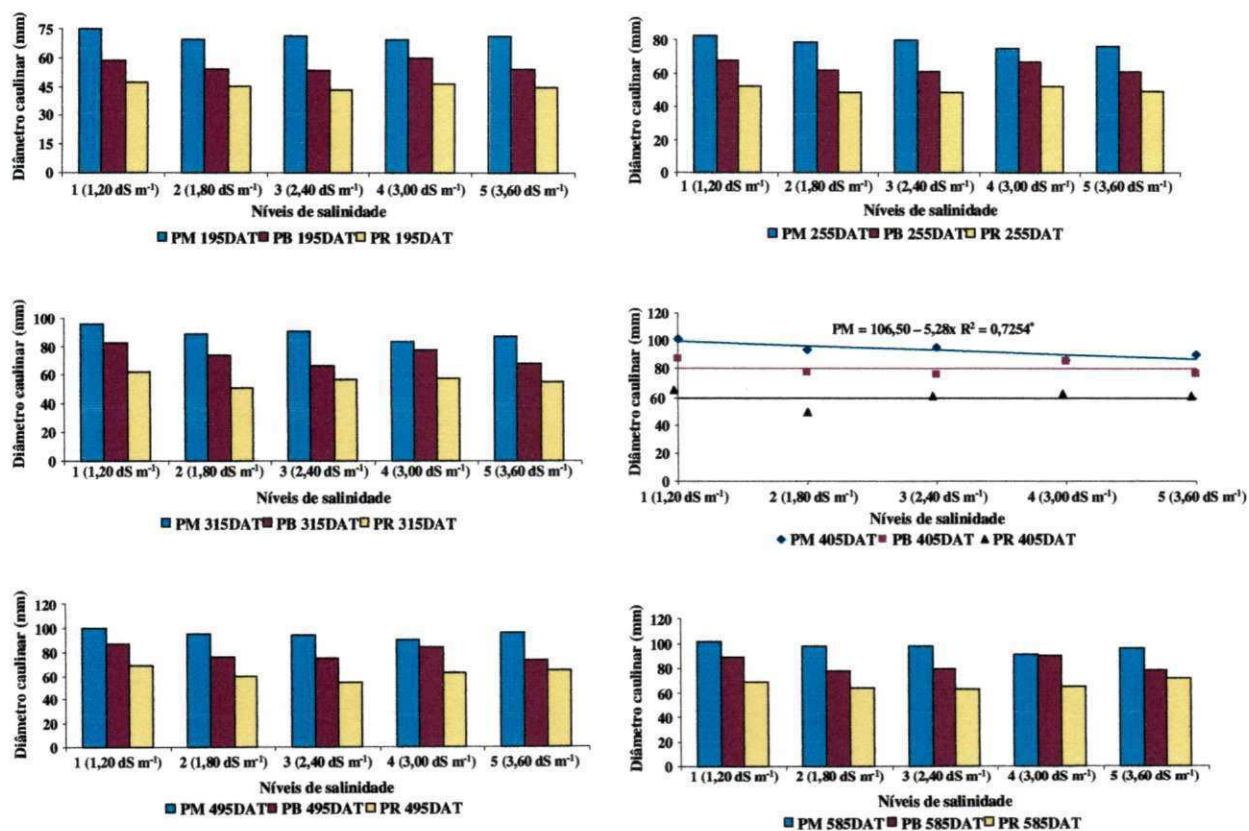


Figura 5. Valores médios de diâmetro caulinar de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

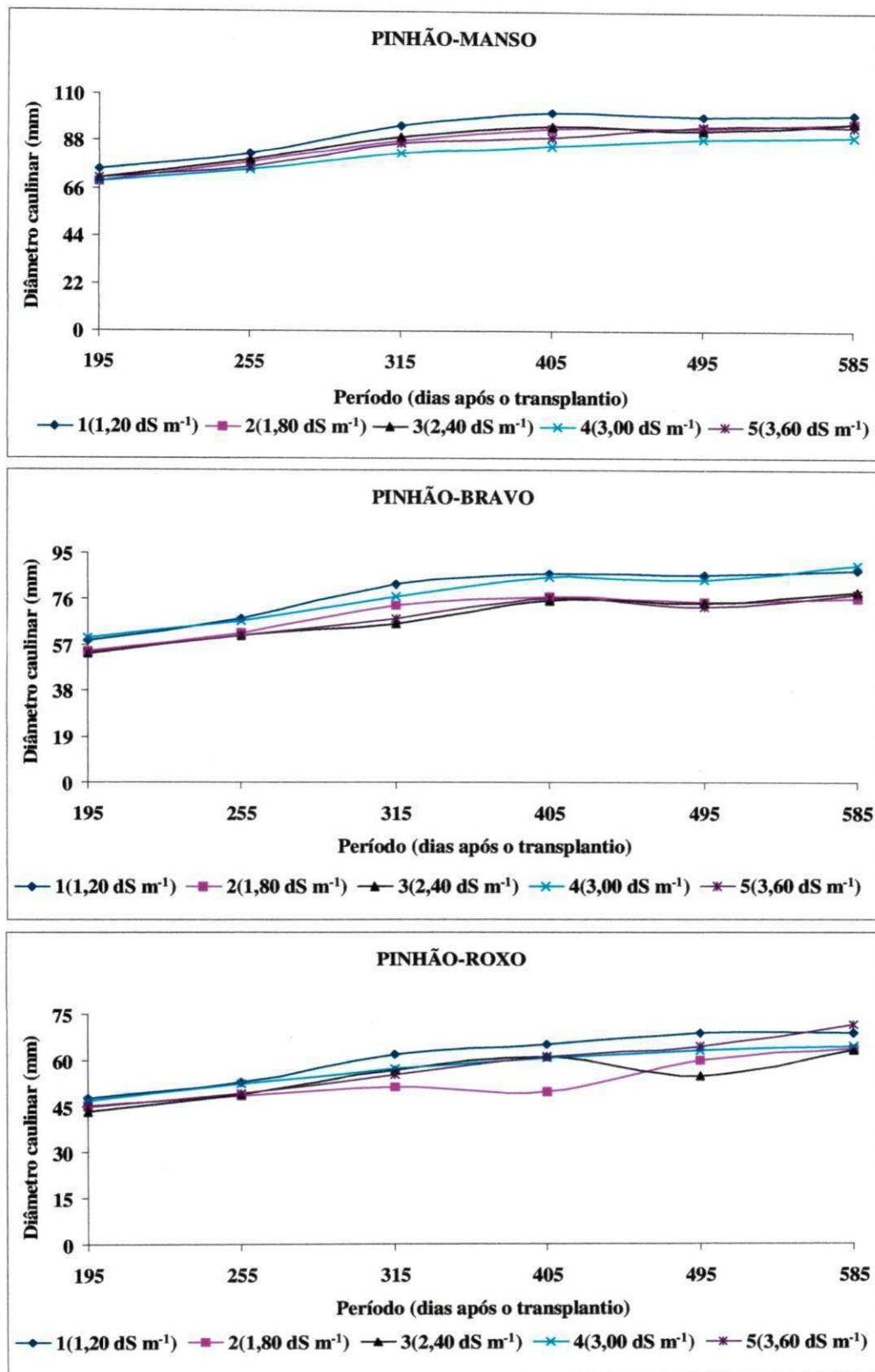


Figura 6. Evolução do diâmetro caulinar do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 195, 255, 315, 405, 495 e 585 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.2.3 Número de folhas por planta (NFOP)

Primeira etapa: avaliações até 165 DAT (sem aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância e comparação de médias para número de folhas por planta (NFOP) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 20, constatando-se efeito significativo ($P < 0,01$) sobre o fator Espécie (E), em todos os períodos avaliados. A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para o 'NFOP' das três espécies de *Jatropha* está na Tabela 20.

Nas seis primeiras avaliações realizadas (15 a 165 DAT), observaram-se diferenças significativas no número de folhas por planta (NFOP), entre espécies. O pinhão-mansão (PM) difere significativamente do pinhão-bravo (PB) e do pinhão-roxo (PR), em cinco períodos (15, 45, 75, 105 e 135 DAT). Nesses períodos, o pinhão-mansão emitiu maior 'NFOP' que as outras espécies, mas, na avaliação realizada aos 165 DAT, a maior emissão de folhas foi observada para pinhão-roxo (Tabela 20). Constatou-se, para 'PB', as menores médias de 'NFOP' em cinco dos seis períodos avaliados (45, 75, 105, 135 e 165 DAT). Na última avaliação, aos 165 DAT, o número de folhas por planta do pinhão-bravo foi, 61,02 e 63,47% menor do que em pinhão-mansão e pinhão-roxo, respectivamente. Nesse período, o 'NFOP' do pinhão-roxo e mansão foi, praticamente igual, com diferença mínima de 39 folhas, em prol do pinhão-roxo. Já para o número de folhas por planta (NFOP) do pinhão-roxo (PR), foi constatado a segunda posição nos períodos 45, 75, 105 e 135 DAT (Tabela 20).

Tabela 20 Resumo da análise de variância e comparação de médias para número de folhas por planta do pinhão-mansão (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso aos 15, 45, 75, 105, 135 e 165 dias após o transplântio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

CV	GL	Quadrados Médios					
		NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA - NFOP					
		15	45	75	105	135	165 DAT
Bloco	2	0,004 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,0456 [*]	0,099 ^{***}	0,104 ^{***}	0,059 [*]
Espécie (E)	2	0,599 ^{***}	1,935 ^{***}	2,018 ^{***}	1,085 ^{***}	1,143 ^{***}	0,978 ^{***}
Resíduo	40	0,006	0,014	0,012	0,017	0,011	0,016
	CV (%)	10,67	7,48	5,84	6,06	4,46	4,79
Espécies		Médias					
Pinhão-mansão (PM)		0,93a (8,58)	1,98a (96,07)	2,15a (144,43)	2,39a (247,80)	2,63a (428,58)	2,76a (587,15)
Pinhão-bravo (PB)		0,71b (5,25)	1,30c (20,75)	1,44c (28,38)	1,85c (77,83)	2,09c (131,77)	2,33b (228,85)
Pinhão-roxo (PR)		0,53c (3,45)	1,45b (29,77)	1,92b (86,58)	2,18b (159,13)	2,48b (313,40)	2,78a (626,52)
DMS		0,07	0,10	0,10	0,12	0,10	0,11

Médias transformadas em Logaritmo base 10 de (x). Médias sem transformação entre parênteses. Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Segunda etapa: avaliações após 165 DAT (com aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância, regressão e contraste para número de folhas por planta (NFOP) das três espécies de *Jatropha* está na Tabela 21, e as médias de 'NFOP', na Tabela 22.

Em geral, não foi significativo o efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre 'NFOP', nos períodos avaliados, com exceção de apenas duas avaliações (Tabela 21). Quanto ao fator espécie (E) ocorreram efeitos significativos ($P < 0,01$) nos nove períodos avaliados, indicando diferenças em 'NFOP' de pinhão-mansão, bravo e roxo. Já com relação à interação (CEa x E), entre os fatores salinidade e espécie, embora sem efeitos significativos nos períodos avaliados (Tabela 21), fez-se o desdobramento (Gomes, 1985).

Na Tabela 21, constam dados relativos ao desdobramento da interação (CEa x E) e, nas Figuras 7 e 8 estão as representações gráficas das médias originais e sem transformação de 'NFOP' de pinhão-mansão (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), nos nove períodos de avaliação, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). As médias e as equações de regressão estão na Tabela 22. Na Tabela 22 (195 a 615 DAT), constata-se efeito não significativo da salinidade sobre as três espécies de *Jatropha*, com exceção para pinhão-bravo, aos 195 DAT, quando ocorreu efeito linear crescente. Nos casos de não significância da salinidade sobre o número de folhas por planta (NFOP), não houve influência da salinidade

até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, sobre o 'NFOP'. Essa constatação pode ter sido influenciada pela ocorrência de chuvas, antes das avaliações, com provável lixiviação dos sais do solo (Tabela 12).

Foi linear e crescente o efeito da salinidade sobre o número de folhas por planta (NFOP) de pinhão-bravo (PB), conforme dados apresentados na Tabela 22 (195 DAT) e respectiva equação de regressão. Esse resultado não era esperado, e sim um decréscimo do 'NFOP' com a elevação da concentração de sais na água de irrigação. É importante informar ter sido, aos 195 DAT, a primeira avaliação sob efeito da aplicação dos tratamentos salinos, iniciada, através de irrigação, aos 166 DAT. Provavelmente, as quantidades de 'NaCl', depositadas no solo, não tenham sido suficientes para afetar decrescentemente o NFOP das plantas de pinhão-bravo (PB).

Nery (2011), também, observou inicialmente, que salinidade da água de irrigação estimulou o surgimento de folhas aos 30 dias após a poda de plantas de *Jatropha*, com acréscimo linear entre N_1 ($0,60 \text{ dS m}^{-1}$) e os demais níveis de 16,36, 32,72, 49,08, 65,44%. Fato semelhante foi registrado por Nery et al. (2009), durante o primeiro ciclo, não observando efeitos nas duas avaliações iniciais (37 e 58 DAS). De acordo com os resultados de Rodrigues Filho (2011), o efeito dos níveis da CEa no número de folhas não se evidenciou nas primeiras avaliações.

Com resultados contrários à presente pesquisa, Vale et al. (2006), ao avaliarem o crescimento inicial do pinhão-manso (30 dias após a emergência), sob condições controladas, observaram redução de 40% no número de folhas (de 10,0 para 6,0), correspondendo a cerca de 9,66%, por unidade de CEa.

O resumo de análise de variância dos contrastes entre tratamentos com salinidade e sob condições de sequeiro, para número de folhas por planta (NFOP), encontra-se na Tabela 21. As médias estão dispostas na Tabela 22. Verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$) sobre os tratamentos em todos os períodos (Tabela 21), sendo, aos 615 DAT, a 0,05 de probabilidade.

Na Tabela 21, encontram-se os desdobramentos dos contrastes, entre os tratamentos salinos e a condição de sequeiro, para as três espécies de *Jatropha*. Em geral, constatou-se efeito não significativo dos contrastes dessas espécies, indicando valores aproximados das médias de número de folhas por planta (Tabela 22). Esse fato pode ser explicado pela ocorrência de chuvas anteriores e durante os períodos de avaliação (Tabela 12), aumentando a disponibilidade de água às plantas, principalmente, daquelas cultivadas sob maior restrição hídrica, ou seja, condições de sequeiro.

Para Taiz e Zeiger (2004), a expansão ou alongamento celular é um processo que depende do turgor; portanto, é extremamente sensível à disponibilidade de água no solo para as plantas; assim, a restrição hídrica limita não só o número, mas também o tamanho das folhas.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), para o 'NFOP' de plantas das três espécies de *Jatropha* está na Tabela 22.

Nas nove avaliações realizadas (195 a 615 DAT), observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) de número de folhas por planta (NFOP), entre espécies, sob influência dos níveis de salinidade da água de irrigação, com maiores médias de 'NFOP' do pinhão-manso (PM), em quatro períodos (255, 285, 315 e 345 DAT), quando difere estatisticamente das outras duas espécies. Em pinhão-bravo (PB), foram constatadas as menores médias de 'NFOP', aos 195, 225, 255, 285, 345, 435, 525 e 615 DAT, quando difere, significativamente, do pinhão-manso e roxo. Para o pinhão-roxo (PR), constatou-se o segundo melhor desempenho em 'NFOP', nos períodos 255, 285, 315 e 345 DAT, sendo que ao final do período de estudos, aos 615 DAT, observou-se que não difere significativamente do pinhão-manso que possui as maiores médias de 'NFOP' (Tabela 22).

Na última avaliação, aos 615 DAT (médias sem transformação), o pinhão-roxo emitiu mais folhas do que o pinhão-bravo, com percentual de 284,38% a mais. Aos 315 DAT (médias sem transformação), o pinhão-manso, com mais de 1000 folhas por planta, superou a emissão de folhas do pinhão-bravo e roxo, com percentuais de 138,49 e 94,44%, respectivamente. O pinhão-bravo, aos 315 DAT (médias sem transformação), no seu melhor desempenho, em número de folhas por planta, gerou mais de 400 folhas por planta, equivalendo a 41,94 e 81,53% do que foi emitido pelas plantas de pinhão-manso e roxo, respectivamente (Tabela 22).

No tocante à evolução das plantas ao longo do ciclo, Nery (2011) verificou que o número de folhas por planta do pinhão-manso, variou, em média, entre 29,20 aos 30 DAPd e 306,90 aos 240 DAPd. Já na presente pesquisa (Figura 8), verificou-se que o número de folhas por planta (NFOP) variou entre os valores médios: 'NFOP' de 548,67 folhas, aos 195 DAT, até 841,45 folhas, aos 615 DAT, para pinhão-manso (PM); 'NFOP' de 367,18 folhas, aos 195 DAT, até 278,63 folhas, aos 615 DAT, para pinhão-bravo (PB) e 'NFOP' de 662,97 folhas, aos 195 DAT, até 1071 folhas, aos 615 DAT, para pinhão-roxo (PR).

Tabela 21 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para número de folhas por planta (NFOP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

FV	GL	Quadrados Médios									
		NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA – NFOP									
		195	225	255	285	315	345	435	525	615 DAT	
(A)											
Bloco	2	0,016 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,226*	0,044 ^{ns}	0,101 ^{ns}	
Salinidade (CEa)	4	0,028 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,034*	0,035 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,069*	0,051 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,009 ^{ns}	
Resíduo (a)	8	0,018	0,011	0,006	0,019	0,021	0,017	0,043	0,061	0,028	
Espécie (E)	2	0,372**	0,325**	0,386**	0,488**	0,653**	0,687**	1,789**	3,251**	1,535**	
CEa x E	8	0,027 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,041 ^{ns}	0,067 ^{ns}	0,022 ^{ns}	
Resíduo (b)	20	0,025	0,011	0,013	0,020	0,025	0,020	0,042	0,065	0,030	
	CV (%) a	4,99	3,91	2,92	5,16	5,30	4,72	8,76	9,58	6,03	
	CV (%) b	5,88	3,91	4,20	5,31	5,70	5,13	8,74	9,91	6,23	
(B)											
CEa/PM	R. linear	1	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,005 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,007 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}
CEa/PB	R. linear	1	0,116*	0,005 ^{ns}	0,033 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,024 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,004 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,023 ^{ns}
CEa/PR	R. linear	1	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,000 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,080 ^{ns}	0,145 ^{ns}	0,023 ^{ns}

Continuação da Tabela 21

(C)		Quadrados Médios								
FV	GL	195	225	255	285	315	345	435	525	615 DAT
Bloco	2	0,028 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,208*	0,022 ^{ns}	0,323 ^{ns}
Tratamentos	17	0,089**	0,071**	0,065**	0,080**	0,093**	0,119**	0,249**	0,446**	0,317*
Resíduo adicional	34	0,024	0,018	0,014	0,021	0,022	0,019	0,040	0,077	0,135
PMCEa1,20 vs Seq.	1	0,259**	0,291**	0,010 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,036 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,144 ^{ns}	0,271 ^{ns}
PMCEa1,80 vs Seq.	1	0,194**	0,217**	0,007 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,048 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,108 ^{ns}	0,311 ^{ns}
PMCEa2,4 vs Seq.	1	0,222**	0,186**	0,017 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,152 ^{ns}	0,346 ^{ns}
PMCEa3,0 vs Seq.	1	0,156*	0,186**	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,261 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	0,242**	0,286**	0,018 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,137 ^{ns}	0,383 ^{ns}
PBCEa1,20 vs Seq.	1	0,004 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,038 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,179*	0,053 ^{ns}	0,000 ^{ns}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	0,004 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,038 ^{ns}	0,026 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,131*	0,540**	0,386*	0,003 ^{ns}
PBCEa2,4 vs Seq.	1	0,030 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,102 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,006 ^{ns}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	0,028 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,086 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	0,043 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,322**	0,234 ^{ns}	0,000 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	0,109*	0,043 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,357*	1,463**
PRCEa1,80 vs Seq.	1	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,068*	0,016 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,041 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,244 ^{ns}	1,465**
PRCEa2,4 vs Seq.	1	0,059 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,026 ^{ns}	1,139**
PRCEa3,0 vs Seq.	1	0,147*	0,074 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,086 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,391*	1,371**
PRCEa3,6 vs Seq.	1	0,012 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,394*	1,564**
CV (%)		5,88	5,16	4,35	5,40	5,43	5,09	8,49	10,87	13,65

*Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F. Dados transformados em Logaritmo base 10 de (x)

Tabela 22 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para número de folhas por planta do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Médias								
195DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média ^a	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,77a (599,50)	2,72a (522,58)	2,74a (553,17)	2,68ba (482,17)	2,76a (585,92)	2,73a (548,67)	241,92	Y = 2,73 ^{ns}
PB	2,39b (257,58)	2,39b (245,33)	2,58a (443,17)	2,57b (389,25)	2,60a (500,58)	2,50b (367,18)	299,33	Y = 2,26 + 0,10x R ² = 0,8092 [*]
PR	2,89a (785,08)	2,66ba (462,50)	2,82a (667,17)	2,94a (872,17)	2,72a (527,92)	2,81a (662,97)	433,17	Y = 2,81 ^{ns}
Média ^a	2,68a (547,39)	2,59a (410,14)	2,71a (554,50)	2,73a (581,19)	2,69a (538,14)	2,68 (526,27)	324,81	d.m.s. (espécies) = 0,15
225DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,79a (626,58)	2,73a (542,17)	2,70a (508,42)	2,70a (508,17)	2,79a (622,92)	2,74a (561,65)	265,25	Y = 2,74 ^{ns}
PB	2,47b (312,83)	2,46b (296,92)	2,42b (269,08)	2,66a (480,92)	2,44b (290,83)	2,49b (330,12)	308,17	Y = 2,49 ^{ns}
PR	2,79a (624,17)	2,65ba (470,75)	2,72a (525,92)	2,85a (703,50)	2,73a (547,50)	2,75a (574,37)	424,92	Y = 2,75 ^{ns}
Média	2,69a (521,19)	2,62a (436,61)	2,62a (434,47)	2,74a (564,19)	2,65a (487,08)	2,66 (488,71)	332,78	d.m.s. (espécies) = 0,10
255DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,87a (752,83)	2,86a (724,83)	2,89a (785,00)	2,83a (686,50)	2,90a (799,25)	2,87a (749,68)	613,92	Y = 2,87 ^{ns}
PB	2,49b (315,50)	2,49b (311,83)	2,51b (334,50)	2,74a (579,58)	2,52b (353,17)	2,55c (378,92)	482,42	Y = 2,55 ^{ns}
PR	2,78a (620,17)	2,58b (395,25)	2,75a (569,83)	2,87a (752,08)	2,74ba (548,17)	2,75b (577,10)	658,00	Y = 2,75 ^{ns}
Média	2,71ba (562,83)	2,64b (477,31)	2,72ba (563,11)	2,81a (672,72)	2,72ba (566,86)	2,72 (568,57)	584,78	d.m.s. (espécies) = 0,11
285DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,90a (808,58)	2,83a (677,08)	2,92a (833,00)	2,82a (679,58)	2,88a (765,33)	2,87a (752,72)	597,67	Y = 2,87 ^{ns}
PB	2,48b (306,25)	2,42b (272,25)	2,57b (369,17)	2,60a (431,17)	2,47b (313,50)	2,51c (338,47)	392,25	Y = 2,51 ^{ns}
PR	2,75ba (575,58)	2,54ba (360,33)	2,61b (479,83)	2,89a (812,17)	2,74ba (556,67)	2,71b (556,92)	459,25	Y = 2,71 ^{ns}
Média	2,71a (563,47)	2,60a (436,56)	2,70a (560,67)	2,77a (640,97)	2,70a (545,17)	2,70 (549,37)	483,06	d.m.s. (espécies) = 0,13
315DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	3,04a (1111,17)	2,95a (889,58)	3,05a (1130,67)	2,95a (900,25)	3,00a (1006,58)	3,00a (1007,65)	775,92	Y = 3,00 ^{ns}
PB	2,54b (347,83)	2,55b (364,33)	2,65b (452,33)	2,70a (546,83)	2,58b (401,25)	2,60b (422,52)	483,58	Y = 2,60 ^{ns}
PR	2,71b (554,25)	2,60b (408,25)	2,57b (427,58)	2,80a (648,25)	2,71ba (552,75)	2,68b (518,22)	518,92	Y = 2,68 ^{ns}
Média	2,76a (671,08)	2,70a (554,06)	2,76a (670,19)	2,82a (698,44)	2,76a (653,53)	2,76 (649,46)	592,81	d.m.s. (espécies) = 0,15
345DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,97a (937,17)	2,85a (712,17)	2,94a (885,50)	2,95a (929,00)	2,95a (905,50)	2,93a (873,87)	1075,58	Y = 2,93 ^{ns}
PB	2,49b (316,17)	2,34b (220,25)	2,56b (368,75)	2,63b (476,17)	2,50b (347,17)	2,50c (345,78)	458,17	Y = 2,50 ^{ns}
PR	2,86a (737,67)	2,55b (360,92)	2,73ba (580,58)	2,84ba (694,33)	2,76ba (609,58)	2,75b (596,62)	537,08	Y = 2,75 ^{ns}
Média	2,77ba (663,67)	2,58b (431,11)	2,74ba (611,61)	2,81a (699,83)	2,74ba (620,75)	2,73 (605,48)	690,28	d.m.s. (espécies) = 0,13

Continuação da Tabela 22						435DAT		
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,64a (437,58)	2,59a (396,08)	2,55a (357,92)	2,56a (380,75)	2,68a (482,25)	2,61a (410,92)	363,17	Y = 2,61 ^{ab}
PB	1,98b (105,83)	1,72b (53,42)	2,06b (123,75)	2,19a (154,58)	1,86b (142,25)	1,96b (115,97)	220,25	Y = 1,96 ^{ab}
PR	2,58a (383,67)	2,38a (286,17)	2,44ba (339,17)	2,52a (339,58)	2,61a (439,50)	2,51a (357,62)	277,75	Y = 2,51 ^{ab}
Média	2,40a (309,03)	2,23a (245,22)	2,35a (273,61)	2,42a (291,64)	2,38a (354,67)	2,36 (294,84)	287,06	d.m.s. (espécies) = 0,19
525DAT						Média	Média Seq.	Equação
Espécie	Níveis de salinidade							
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,93a (859,50)	2,89a (772,17)	2,94a (866,58)	2,87a (763,00)	2,92a (838,33)	2,91a (819,82)	459,25	Y = 2,91 ^{ab}
PB	2,12b (181,50)	1,80b (63,75)	2,11b (140,58)	2,29b (208,83)	1,91b (135,00)	2,04b (145,93)	222,17	Y = 2,04 ^{ab}
PR	2,86a (745,25)	2,77a (631,67)	2,50ba (459,25)	2,88a (853,50)	2,88a (790,25)	2,78a (695,98)	338,33	Y = 2,78 ^{ab}
Média	2,63a (595,42)	2,49a (489,19)	2,52a (488,81)	2,68a (608,44)	2,57a (587,86)	2,58 (553,91)	339,92	d.m.s. (espécies) = 0,24
615DAT						Média	Média Seq.	Equação
Espécie	Níveis de salinidade							
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,89a (793,58)	2,92a (835,92)	2,94a (874,92)	2,88ba (757,17)	2,97a (945,67)	2,92a (841,45)	480,92	Y = 2,92 ^{ab}
PB	2,35b (226,92)	2,31b (216,75)	2,41b (265,58)	2,59b (429,50)	2,35b (254,42)	2,40b (278,63)	290,58	Y = 2,40 ^{ab}
PR	3,01a (1029,42)	3,01a (1064,58)	2,90a (947,17)	2,98a (1194,25)	3,05a (1119,58)	2,99a (1071,00)	529,00	Y = 2,99 ^{ab}
Média	2,75a (683,31)	2,75a (705,75)	2,75a (695,89)	2,82a (793,64)	2,79a (773,22)	2,77 (730,36)	433,50	d.m.s. (espécies) = 0,16

Médias transformadas em Logaritmo base 10 de (x). Médias sem transformação entre parênteses. Na linha/coluna denominada "Média", não há relação logarítmica entre os valores, sendo os mesmos os valores médios dos dados internos da tabela. Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies e em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

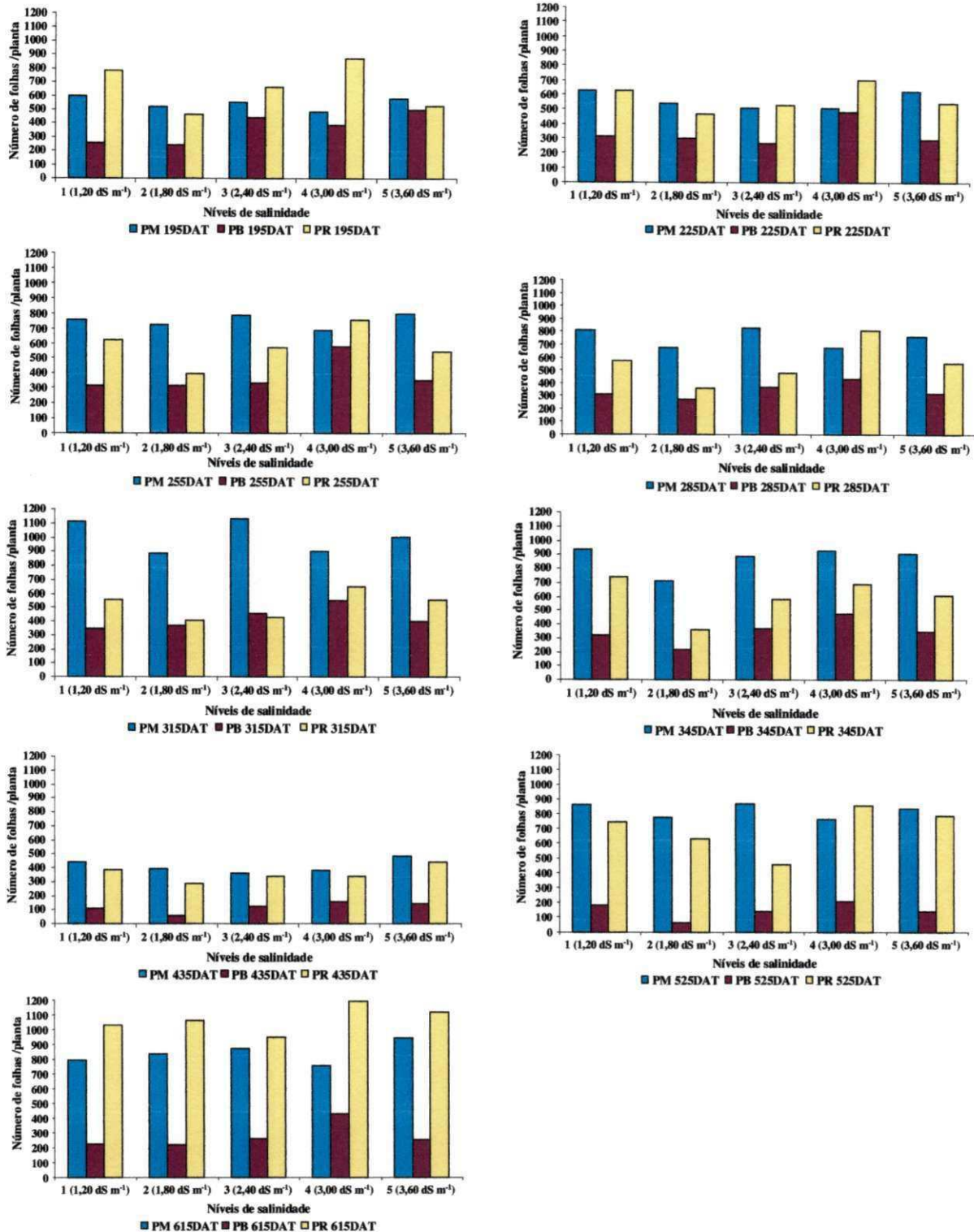


Figura 7. Valores médios do número de folhas por planta do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 195, 225, 255, 285, 315, 345, 435, 525 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

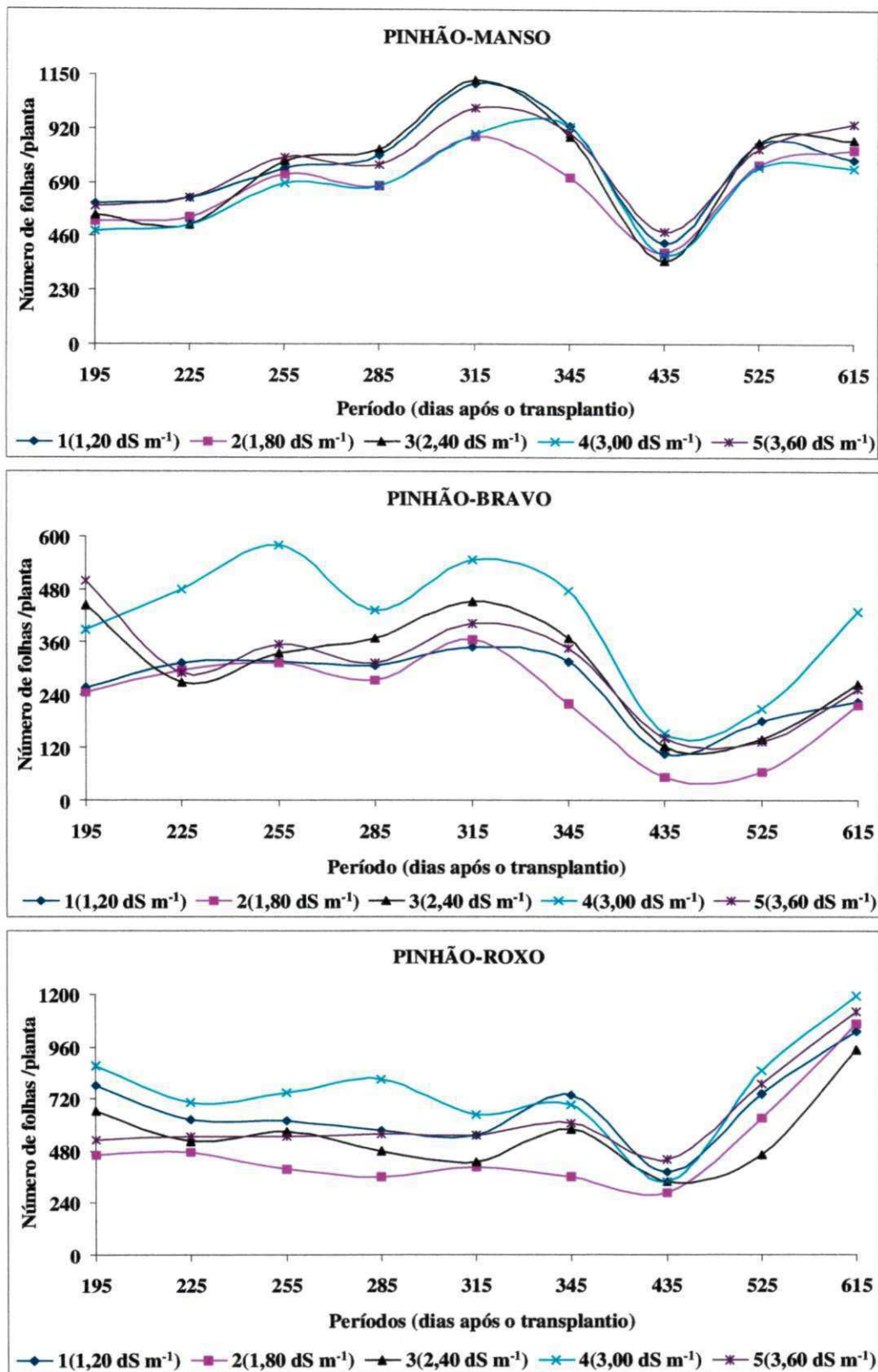


Figura 8. Evolução do número de folhas por planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 195, 225, 255, 285, 315, 345, 435, 525 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.2.4 Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP)

Primeira etapa: avaliações até 165 DAT (sem aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância e a comparação de médias, para a taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TRC AP) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 23. Ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) sobre o fator Espécie (E), em todos os períodos avaliados (Tabela 23).

Nos cinco períodos avaliados, (15-45 a 135-165 DAT), observaram-se, diferenças significativas da taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP), entre espécies. Constatou-se, para pinhão-bravo (PB), nos períodos avaliados, superioridade em 'TCR AP', sendo que, em 15-45 DAT, não difere, significativamente, do pinhão-manso (PM), acontecendo o mesmo em relação ao pinhão-roxo, em 45-75 DAT (Tabela 23).

Constataram-se, em geral, valores mais altos de TCR AP entre pinhão-manso e pinhão-roxo, sem diferenças significativas entre elas, nos períodos 15-45, 75-105, 105-135 e 135-165 DAT, com exceção, em 45-75 DAT, quando ocorreu superioridade do 'PR' (Tabela 23).

Como esperado, as taxas de crescimento relativo em altura de plantas diminuíram, ao longo do tempo, com reduções de 93,33, 80,00 e 92,31%, entre a primeira e a última avaliação, para pinhão-manso, bravo e roxo, respectivamente. Isso ocorre, porque as plantas crescem, inicialmente, com alto vigor, atingem pico de crescimento e, em seguida, canalizam suas energias, principalmente, para a fase produtiva. Verifica-se para as três espécies de *Jatropha*, no período de 135-165 DAT, plantas em plena frutificação (Tabela 13) com as menores 'TCR AP' (Tabela 23).

Na última avaliação, em 135-165 DAT, com taxa de crescimento relativo em altura de plantas, 3,5 vezes maior do que a das outras duas espécies, constata-se, maior eficiência do pinhão-bravo na formação de novos tecidos, a partir dos preexistentes (Tabela 23).



Tabela 23 Resumo da análise de variância e comparação de médias para taxa de crescimento relativo em altura de plantas ($\text{cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso em 15-45, 45-75, 75-105, 105-135 e 135-165 dias após o transplântio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

CV	GL	Quadrados Médios				
		TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO EM ALTURA DE PLANTAS – TCR AP ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)				
		15-45	45-75	75-105	105-135	135-165 DAT
Bloco	2	0,000086 ^{ns}	0,000045 ^{ns}	0,000004 ^{ns}	3,002E-0007 ^{ns}	0,000044 ^{ns}
Espécie (E)	2	0,000314 ^{***}	0,000262 ^{***}	0,000080 ^{***}	0,000085 ^{***}	0,000117 ^{***}
Resíduo	40	0,000044	0,000021	0,000007	0,000008	0,000005
	CV (%)	21,90	33,09	26,54	35,80	58,97
Espécies		Médias ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)				
Pinhão-manso (PM)		0,030ba	0,009b	0,008b	0,007b	0,002b
Pinhão-bravo (PB)		0,035a	0,016a	0,012a	0,011a	0,007a
Pinhão-roxo (PR)		0,026b	0,017a	0,009b	0,006b	0,002b
DMS		0,006	0,004	0,002	0,003	0,002

^{*}Significativo ($p < 0,05$); ^{**} Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F. Médias, na vertical, seguidas pela mesma letra entre espécies, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segunda etapa: avaliações após 165 DAT (com aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância, regressão e contrastes para a taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP) das três espécies de *Jatropha*, envolvendo, também, os tratamentos de salinidade da água de irrigação, está na Tabela 24. Não foi significativo o efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a 'TCR AP', em nenhum período avaliado (Tabela 24).

Quanto ao fator espécie (E), ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) em dois períodos, 165-195 e 225-255 DAT e não significativo, em 255-285 DAT. Já, com relação à interação (CEa x E), entre os fatores salinidade e espécie, foi constatado efeito significativo no período 165-195 DAT (Tabela 24).

Após o desdobramento da interação (CEa x E), constata-se (Figura 9) efeito não significativo da salinidade sobre a 'TCR AP': do pinhão-roxo (165-195 DAT); das três espécies estudadas (225-255 DAT) e do pinhão-bravo e roxo (255-285 DAT). Ou seja, para esses resultados, a salinidade da água de irrigação, até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, não alterou as taxas de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP), o que significa não haver interferência da salinidade na formação de novos tecidos, em relação aos preexistentes. As médias e as equações de regressão estão na Tabela 25. Em contrapartida, ocorreu efeito significativo dos níveis de salinidade sobre as taxas de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP) do

pinhão-mansão (Figura 9, em 165-195 e 255-285 DAT) e do pinhão-bravo (Figura 9, em 165-195 DAT).

Observou-se, para o pinhão-mansão, na Figura 9 (165-195 DAT) e com auxílio das médias estimadas pela equação de regressão na Tabela 25, efeito quadrático a 0,01 de probabilidade, com aumento na taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP), entre os níveis de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹), da ordem de 1320%. Esse aumento entre os níveis de salinidade citados foi de 0,00264 cm cm⁻¹ dia⁻¹. Analisando-se esse resultado, constata-se crescente eficiência na formação de novos tecidos, sob a influência dos níveis de salinidade até 3,60 dS m⁻¹, principalmente a partir de 2,40 dS m⁻¹. O fato de a aplicação dos tratamentos salinos ter sido iniciada aos 166 DAT, e a primeira avaliação da 'TCR AP' do pinhão-mansão, sob a influência dos tratamentos salinos, ter sido realizada apenas 29 dias depois, no período de 165-195 DAT, pode ter influenciado no elevado aumento verificado na Figura 9 (165-195 DAT), para 'TCR AP' do pinhão-mansão, provavelmente pela baixa salinidade, ainda, presente no solo.

Para a taxa de crescimento relativo em altura de planta (TCR AP) do pinhão-mansão (PM), conforme Figura 9 (255-285 DAT) e Tabela 25, verifica-se efeito quadrático a 0,05 de probabilidade, com decréscimo da 'TCR AP', entre os níveis de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹) da ordem de 32,80%, o que equivale a uma redução da 'TCR AP' de 0,001547 cm cm⁻¹ dia⁻¹. Até a condutividade elétrica de 2,40 dS m⁻¹, ocorreu aumento na 'TCR AP' do pinhão-mansão, mas, a partir desse nível de salinidade, até 3,60 dS m⁻¹, houve redução da 'TCR AP'.

Em pinhão-bravo, com base na Figura 9 (165-195 DAT) e na respectiva equação de regressão (Tabela 25), o efeito dos níveis de salinidade sobre a TCR AP foi quadrático (p < 0,01), com decréscimo entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹) da ordem de 63,53%. Esse percentual de decréscimo equivale a uma redução na 'TCR AP' de 0,000986 cm cm⁻¹ dia⁻¹. Até 2,40 dS m⁻¹, ocorreu aumento da taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP) do pinhão-bravo. A partir dessa condutividade elétrica, houve queda da 'TCR AP' do pinhão-bravo, até o nível de salinidade igual a 3,00 dS m⁻¹, com acentuação no maior nível de CEa (3,60 dS m⁻¹).

O crescimento relativo se relaciona com a eficiência da planta em formar tecidos novos, a partir dos preexistentes, sendo um indicativo de grande importância na avaliação de materiais genéticos sob diferentes condições de estresse (BENINCASA, 2003).

Diferentemente, da presente pesquisa, Rodrigues Filho (2011), ao analisar os dados da 'TCR AP' de pinhão-mansão sob níveis de salinidade, verificou não haver interação

significativa dos tratamentos salinos com o tempo (anos), ou seja, foi similar o efeito de tratamentos salinos sobre o crescimento das plantas, quando aplicados em épocas diferentes.

Nery (2011), em pesquisa com pinhão-manso sob condições salinas da água de irrigação (0,60 a 3,0 dS m⁻¹), observou que as maiores taxas de crescimento relativo da altura de planta ocorreram até 180 DAPd e constatou, para o período de 180-240 DAPd, 'TCR AP' de 0,0027 cm cm⁻¹ dia⁻¹, similar a observada, na presente pesquisa, para pinhão-manso, com valor de 0,00264 cm cm⁻¹ dia⁻¹, em 165-195 DAT.

O resumo da análise de variância dos contrastes, entre tratamentos com níveis de salinidade e tratamentos adicionais (sequeiro), para taxa de crescimento relativo em altura de planta (TCR AP) das três espécies de *Jatropha* estudadas, encontram-se na Tabela 24, com médias disponibilizadas na Tabela 25.

Assim como observado, para outras variáveis de crescimento, nas Tabelas 15, 18 e 21, nesta discussão, após o desdobramento de CEA x E, para taxa de crescimento relativo em altura de plantas, também, constataram-se, em geral, contrastes não significativos, entre os tratamentos salinos e sob condições de sequeiro, para as três espécies de *Jatropha* (Tabela 24).

Na Tabela 25, observa-se em 165-195 e 225-255 DAT maiores médias de 'TCR AP' para pinhão-bravo, nas condições salinas e de sequeiro. Explica-se essa observação, pelo melhor desempenho, em altura de planta, constatado para pinhão-bravo, na Tabela 16. Também, registraram-se, nesses dois períodos, grande similaridade entre as 'TCR AP' do pinhão-manso e roxo. Essa semelhança, também, foi observada entre as médias de altura de planta na Tabela 16. Na última avaliação, em 255-285 DAT, observaram-se, similaridade entre as médias de 'TCR AP' das três espécies de *Jatropha*, com melhor desempenho para pinhão-manso, nas condições salinas e de sequeiro.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para a 'TCR AP' das três espécies de *Jatropha* está disposta na Tabela 25.

Nos períodos avaliados (165-195 a 255-285 DAT), observam-se diferenças significativas ($P < 0,05$) de taxa de crescimento relativo em altura de planta (TCR AP), entre pelo menos duas espécies estudadas, quando sob influência dos níveis de salinidade (Tabela 25). Constatou-se, para pinhão-bravo (PB), nos três períodos avaliados, as melhores 'TCR AP', sendo que, em 225-255 DAT, não diferiu do pinhão-manso e em 255-285 DAT, não diferiu do pinhão-manso e do pinhão-roxo (Tabela 25).

Com taxas de crescimento relativo em altura (TCR AP) similares, não se observou diferenças estatísticas, entre pinhão-manso e roxo, nos períodos, 165-195 e 255-285 DAT, não

acontecendo o mesmo, no período de 225-255 DAT, quando ocorreu superioridade em pinhão-manso (Tabela 25).

Na Tabela 25, observaram-se, entre a primeira (165-195 DAT) e a última avaliação (255-285 DAT), aumentos das taxas de crescimento relativo em altura de plantas, para as três espécies de *Jatropha*. Esses aumentos para pinhão-manso, bravo e roxo foram de 0,0045, 0,0026 e 0,0029 $\text{cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente. Nesses períodos, apesar das plantas já estarem em plena fase produtiva (Tabela 13), continuam a crescer com o tempo, com melhor eficiência para pinhão-manso, na formação de novos tecidos, a partir dos preexistentes, sob influência salina. Mas, observaram-se, também, chuvas antes das avaliações (Tabela 12), com provável influência na lixiviação dos sais e consequente contribuição no crescimento relativo das plantas em altura.

Com resultados contrários aos da presente pesquisa, Nery (2008), estudando diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, em ambiente controlado, sem influência das chuvas, verificou queda na TCR AP das plantas de pinhão-manso com a idade, com variação média de 0,0340 $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, no primeiro período (37-58 DAS), a 0,0037 $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, no último período (142-163 DAS). Silva (2009), também, em pesquisa com salinidade e em ambiente controlado, constatou 'TCR AP' decrescente do (pinhão-manso), no decorrer do período, ou seja, com a idade das plantas, variando em média, entre 0,028 $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, no início das avaliações, até 60 DAT, a 0,0013 $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, no final das avaliações (354-396 DAT).

Em contrapartida, Rodrigues Filho (2011), em pesquisa com salinidade e pinhão-manso cultivado em lisímetros de drenagem, em condições de campo, com influência das chuvas, observou interação não significativa dos tratamentos com os anos, para a taxa de crescimento relativa da altura de planta, ou seja, revelando um comportamento semelhante dos tratamentos quando aplicados em épocas diferentes. Também, constatou, sob a ocorrência de chuvas, ausência de efeitos dos níveis de salinidade sobre a taxa de crescimento relativo em altura das plantas.

Tabela 24 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para taxa de crescimento relativo em altura de plantas ($\text{cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

CV	GL	Quadrados Médios			
		TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO EM ALTURA DE PLANTAS – TCR AP ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)			
		165-195 DAT	225-255 DAT	255-285 DAT	
(A)					
Bloco	2	0,000001 ^{ns}	2,536E-0007 ^{ns}	0,000004 ^{ns}	
Salinidade (CEa)	4	0,000001 ^{ns}	3,869E-0007 ^{ns}	0,000011 ^{ns}	
Resíduo (a)	8	6,518E-0007	1,719E-0007	0,000004	
Espécie (E)	2	0,000007 ^{**}	0,000005 ^{**}	0,000011 ^{ns}	
CEa x E	8	0,000003 ^{**}	4,786E-0007 ^{ns}	0,000006 ^{ns}	
Resíduo (b)	20	3,223E-0007	4,532E-0007	0,000004	
	CV (%) a	63,62	26,88	43,98	
	CV (%) b	44,74	43,65	44,70	
(B)					
CEa/PM	R. linear	1	0,000013 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000004 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000004 ^{**}	0,000000 ^{ns}	0,000023 [*]
CEa/PB	R. linear	1	0,000002 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000016 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000010 ^{**}	0,000002 ^{ns}	0,000010 ^{ns}
CEa/PR	R. linear	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000002 ^{ns}



Continuação da Tabela 24

(C) FV	GL	Quadrados Médios		
		165-195 DAT	225-255 DAT	255-285 DAT
Bloco	2	5,369E-0007 ^{ns}	2,496E-0007 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
Tratamentos	17	0,000003 ^{**}	0,000002 ^{**}	0,000008 ^{ns}
Resíduo adicional	34	3,257E-0007	7,592E-0007	0,000005
PMCEa1,20 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000009 ^{ns}
PMCEa1,80 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000018 ^{ns}
PMCEa2,4 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000020 [*]
PMCEa3,0 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000013 ^{**}	0,000001 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000042 ^{**}
PBCEa1,20 vs Seq.	1	0,000001 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000034 ^{**}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	0,000002 [*]	0,000000 [*]	0,000024 [*]
PBCEa2,4 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000015 ^{ns}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	0,000001 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000017 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	0,000001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000013 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000003 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000004 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000011 ^{ns}
PRCEa3,0 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000007 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	0,000001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000010 ^{ns}
CV (%)		48,15	52,75	47,28

*Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 25 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para taxa de crescimento relativo em altura de plantas do pinhão-mansó (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009

Médias								
165-195DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,0001b	0,0002b	0,0002b	0,0012b	0,0029a	0,0009b	0,0004	$Y = 0,0025 - 0,0029x + 0,0008x^2$ $R^2 = 0,9839^{**}$
PB	0,0014a	0,0032a	0,0026a	0,0025a	0,0005b	0,0020a	0,0031	$Y = -0,00384 + 0,00613x - 0,00136x^2$ $R^2 = 0,9045^{**}$
PR	0,0006ba	0,0008b	0,0011b	0,0011b	0,0007b	0,0008b	0,0004	$Y = 0,0008^{**}$
Média	0,001a	0,001a	0,001a	0,002a	0,001a	0,001	0,001	d.m.s. (espécies) = 0,0005
225-255DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,0019a	0,0024a	0,0021a	0,0017a	0,0016a	0,0019a	0,0012	$Y = 0,0019^{**}$
PB	0,0015a	0,0021a	0,0021a	0,0021a	0,0012a	0,0018a	0,0015	$Y = 0,0018^{**}$
PR	0,0005a	0,0007b	0,0010a	0,0007a	0,0015a	0,0009b	0,0014	$Y = 0,0009^{**}$
Média	0,001a	0,002a	0,002a	0,002a	0,001a	0,002	0,001	d.m.s. (espécies) = 0,0006
255-285DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,0045a	0,0063a	0,0090a	0,0032a	0,0041a	0,0054a	0,0024	$Y = -0,0034 + 0,0092x - 0,0021x^2$ $R^2 = 0,4285^*$
PB	0,0050a	0,0063a	0,0050ba	0,0048a	0,0021a	0,0046a	0,0019	$Y = 0,0046^{**}$
PR	0,0026a	0,0042a	0,0038b	0,0040a	0,0038a	0,0037a	0,0018	$Y = 0,0037^{**}$
Média	0,004a	0,006a	0,006a	0,004a	0,003a	0,005	0,002	d.m.s. (espécies) = 0,0019

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

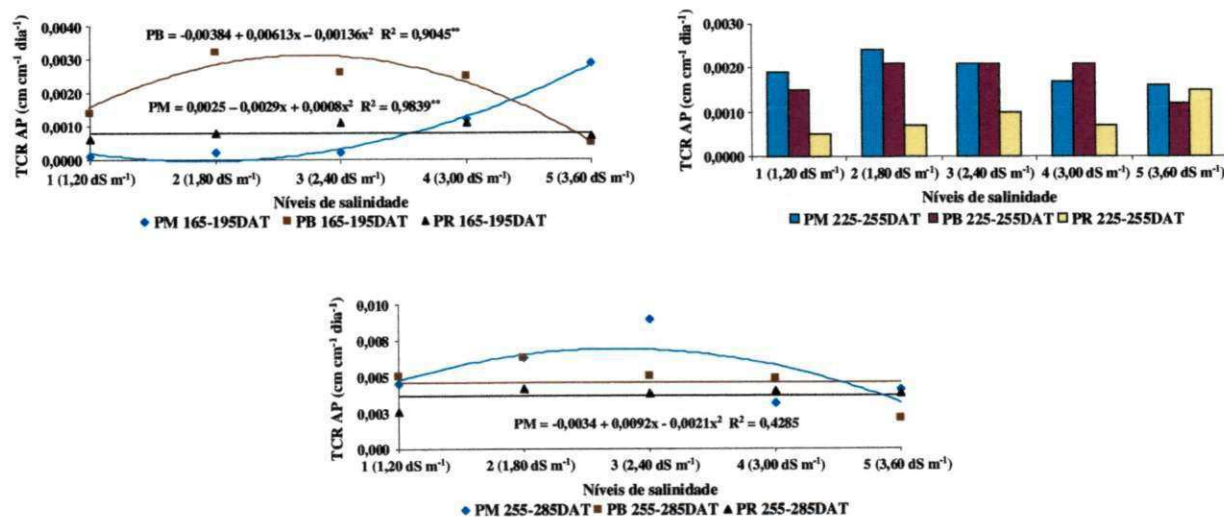


Figura 9. Taxa de crescimento relativo em altura de plantas do pinhão-mansó (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), em 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.2.5 Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC)

Primeira etapa: avaliações até 165 DAT (sem aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância e a comparação de médias para a taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 26. Ocorreu, efeito significativo sobre o fator Espécie (E), nos períodos avaliados, em 15-45, 45-75 e 105-135 DAT (Tabela 26).

Observa-se na Tabela 26, em tais períodos, diferenças significativas, entre as taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) das espécies, ou seja, nesses períodos essas *Jatrophas* diferem com relação à eficiência na formação de novos tecidos a partir dos preexistentes, não acontecendo o mesmo, nos períodos 75-105 e 135-165 DAT, quando observou-se grande similaridade das médias das taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) das três espécies. Também, constataram-se, para as três espécies de *Jatropha*, reduções das 'TCR DC' com o tempo. Como explicado, anteriormente, para 'TCR AP' (Tabela 23), essas reduções ocorrem, tendo em vista as plantas entrarem nas fases produtivas (Tabela 13), diminuindo suas energias para as variáveis de crescimento.

Entre a primeira e a última avaliação, as taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar em pinhão-manso, bravo e roxo decresceram 0,021, 0,012 e 0,020 mm mm⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Em percentual, houve reduções de 87,50, 75,00 e 86,96%, para pinhão-manso, bravo e roxo, respectivamente (Tabela 26).

Tabela 26 Resumo da análise de variância e comparação de médias para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar ($\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$) do pinhão-mansó (PM), bravo (PB) e roxo (PR) no período chuvoso em 15-45, 45-75, 75-105, 105-135 e 135-165 dias após o transplântio – DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

CV	GL	Quadrados Médios				
		TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO CAULINAR EM DIÂMETRO – TCR DC ($\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)				
		15-45	45-75	75-105	105-135	135-165 DAT
Bloco	2	0,000014 ^{ns}	0,000002 ^{**}	0,000005 ^{**}	0,000003 ^{**}	0,000002 ^{**}
Espécie (E)	2	0,000321 ^{**}	0,000132 ^{**}	0,000008 ^{**}	0,000018 ^{**}	0,000005 ^{**}
Resíduo	40	0,000027	0,000006	0,000004	0,000002	0,000003
	CV (%)	24,74	26,28	27,14	26,21	54,79
Espécies		Médias (mm)				
Pinhão-mansó (PM)		0,024a	0,007b	0,008a	0,005b	0,003a
Pinhão-bravo (PB)		0,016b	0,008b	0,007a	0,005b	0,004a
Pinhão-roxo (PR)		0,023a	0,013a	0,007a	0,007a	0,003a
DMS		0,005	0,002	0,002	0,001	0,002

^{*}Significativo ($p < 0,05$); ^{**} Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F. Médias, na vertical, seguidas pela mesma letra entre espécies, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segunda etapa: avaliações após 165 DAT (com aplicação dos tratamentos salinos)

O resumo da análise de variância, os estudos de regressão e os contrastes para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 27. Ocorreu efeito não significativo da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a ‘TCR DC’ em todos os períodos avaliados.

Quanto ao fator espécie (E), foi significativo o efeito dos níveis de salinidade sobre a ‘TCR DC’, em dois períodos avaliados, 165-195 e 225-255 DAT. Com relação à interação (CEa x E), foi constatado efeito significativo entre os fatores salinidade e espécie para ‘TCR DC’, no período 165-195 DAT (Tabela 27).

Após desdobramento da interação (CEa x E), até regressão de 4º grau, verificaram-se poucos casos significativos da salinidade nas espécies em estudo. As médias e as equações de regressões estão na Tabela 28. A representação gráfica das médias das taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar ‘TCR DC’ do pinhão-mansó (PM), do pinhão-bravo (PB) e do pinhão-roxo (PR), nos períodos avaliados, em função dos níveis de salinidade, encontra-se na Figura 10.

Com base no desdobramento da interação (CEa x E), na Tabela 27, e respectivas equações de regressão, na Tabela 28, verificou-se, na Figura 10 (165-195 DAT), para pinhão-mansó, bravo e roxo, efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a taxa de crescimento

relativo em diâmetro caulinar (TCR DC), constatando-se influência da salinidade da água de irrigação no crescimento relativo das plantas em diâmetro caulinar. Também, foram observados efeitos não significativos dos níveis de salinidade sobre a 'TCR DC' do pinhão-manso, bravo e roxo na Figura 10 (225-255 e 255-285 DAT), e, pelas equações de regressão na Tabela 28, constatou-se, nesses casos, não haver influência da condutividade elétrica da água de irrigação nas taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC).

Observa-se, na Figura 10 (165-195 DAT) e nas respectivas médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 28), aumento linear e crescente da taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) do pinhão-manso, em função dos níveis de salinidade. Esse aumento na 'TCR DC', entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹) foi de 521,37%, correspondendo a 0,001147 mm mm⁻¹ dia⁻¹, e, para cada unidade de incremento da CEa (dS m⁻¹), correspondeu a 217,24%. Essa mesma tendência, de a salinidade estimular a taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC), também foi verificada em pinhão-manso, na variável taxa de crescimento relativo em altura de planta (TCR AP), já discutida. Como já explicado anteriormente, aconteceu aos 166 DAT a primeira aplicação dos tratamentos salinos, ou seja, foi muito próximo ao período da primeira avaliação da taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC), aos 165-195 DAT. Esse resultado foi isolado nesta pesquisa, não sendo atribuída uma explicação precisa sobre o mesmo.

Nery (2011), também, registrou situação semelhante na 'TCR DC' do pinhão-manso entre 210 e 240 DAPd. A autora verificou efeitos lineares ($P < 0,01$), com acréscimos entre N₁ (0,60 dS m⁻¹) e os demais níveis crescentes de salinidade (1,20, 1,80, 2,40 e 3,00 dS m⁻¹), de 31,03, 62,06, 93,09, 124,12%, constatando 51,72% de acréscimo para cada unidade de CEa (dS m⁻¹).

Com resultado contrário ao da presente pesquisa, Rodrigues Filho (2011), ao analisar os dados da 'TCR DC' de pinhão-manso sob níveis de salinidade, verificou não haver interação significativa dos tratamentos salinos com o tempo (anos), ou seja, são similares os efeitos dos tratamentos aplicados em épocas diferentes.

Ainda, na Figura 10 (165-195 DAT), foi observado, também, efeito contrário e linear decrescente dos tratamentos salinos sobre a 'TCR DC' do pinhão-bravo. Nesse caso, ocorreu decréscimo de 42,70%, entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹), conforme, análise das respectivas médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 28), implicando em correspondente decréscimo de 17,79% para cada unidade de CEa (dS m⁻¹), havendo interferência da salinidade na redução da taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar do pinhão-bravo.

Com relação ao pinhão-roxo, pelos dados contidos na Figura 10 (165-195 DAT) e na respectiva equação de regressão (Tabela 28), constatou-se efeito quadrático, dos níveis de salinidade sobre a taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC), com acréscimo entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N3 (2,40 dS m⁻¹) de 184,53%, correspondendo a 0,00167 mm mm⁻¹ dia⁻¹ e decréscimo, entre o nível de salinidade N3 (2,40 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹) de 43,11%, correspondendo a 0,00111 mm mm⁻¹ dia⁻¹. O pinhão-roxo (PR) foi mais eficiente em formar novos tecidos até o nível de salinidade de 2,40 dS m⁻¹ e a partir dessa condutividade elétrica da água de irrigação, a taxa de crescimento relativa em diâmetro caulinar foi afetada pela salinidade, com progressiva redução até 3,60 dS m⁻¹.

O resumo da análise de variância dos contrastes, entre os tratamentos com níveis de salinidade e os tratamentos em sequeiro, para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC), encontra-se na Tabela 27, com médias na Tabela 28. Foi significativo o efeito dos tratamentos, em 165-195 e 255-285 DAT. Mas, ao verificar o desdobramento dos contrastes (Tabela 27), constatou-se não existir significância em quase 100% deles, em pinhão-manso, bravo e roxo, ou seja, não ocorre distinção quanto à eficiência das espécies em formar novos tecidos a partir dos preexistentes, nas duas condições de cultivo. Essa mesma constatação foi verificada para as demais variáveis de crescimento, discutidas anteriormente. De fato, ao analisar, as taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar para as três espécies de *Jatropha*, percebeu-se grande similaridade das médias, nas duas condições de cultivo, salinas e de sequeiro (Tabela 29). Provavelmente, as chuvas verificadas, antes das avaliações, contribuíram com esses resultados (Tabela 12).

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) das três espécies de *Jatropha*, sob influência dos níveis de salinidade da água de irrigação, está na Tabela 28.

Em 165-195 e 225-255 DAT, observaram-se diferenças significativas nas 'TCR DC' entre espécies, enquanto, no período 255-285 DAT, não foi verificada diferenças significativas entre as três espécies estudadas (Tabela 28).

Na primeira avaliação da taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC), em 165-195 DAT, o pinhão-manso (PM) com a menor eficiência na formação de novos tecidos a partir dos preexistentes, diferiu significativamente do pinhão-bravo (PB) e do pinhão-roxo (PR), e essas duas últimas não diferiram entre si. Com base nessa discussão, o pinhão-manso foi 63,64 e 57,89% menos eficiente do que o pinhão-bravo e roxo, respectivamente (Tabela 28).

Diferentemente dos resultados obtidos na primeira avaliação, em 165-195 DAT, constataram-se, em 225-255 DAT, plantas de pinhão-manso 53,33% mais eficientes em formar novos tecidos a partir dos preexistentes do que plantas de pinhão-roxo (Tabela 28). Essa constatação é explicada pelo maior crescimento em diâmetro caulinar em pinhão-manso, verificado entre as avaliações, em 195 e 255 DAT, na Tabela 19. No último período avaliativo, em 255-285 DAT, observaram-se taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar das três espécies de *Jatropha* com médias similares, sem diferenças estatísticas (Tabela 28).

As avaliações de crescimento, objetos desta pesquisa, foram realizadas aos 15, 45, 75, 105, 135, 165, 195, 225, 255, 285, 315, 345, 405, 435, 495, 525, 585 e 615 DAT, sendo, até 165 DAT, sem a aplicação dos tratamentos salinos e após esse período até 615 DAT, com aplicação do 'NaCl' no solo, via irrigação.

A ausência de efeito salino, verificada na maioria das avaliações, ao longo da presente pesquisa, para pinhão-manso, bravo e roxo, com relação as variáveis de crescimento: altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas por planta (NFOP), taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP) e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC), provavelmente, foi verificada pelas seguintes constatações: a) na fase inicial de intenso crescimento das plantas, primeiros meses após o transplântio das mudas, até 165 DAT, (médias de crescimento nas Tabelas 14, 17, 20, 23 e 26), as plantas cresceram sem aplicação dos tratamentos salinos, por causa das intensas chuvas ocorridas no período chuvoso; b) os picos de crescimentos das três espécies de *Jatropha*, foram verificados, até 120 DAT, durante o período chuvoso e sem aplicação dos tratamentos salinos, conforme as fases fenológicas na Tabela 13; c) após 120 DAT, as plantas floresceram e frutificaram, ocorrendo, redução natural do crescimento das plantas, direcionando energia e nutrientes para as variáveis de produção; d) ocorreram, variações climáticas, durante toda a pesquisa (Figuras 1, 2 e Tabela 12), o que pode ter resultado na lixiviação do 'NaCl' aplicado no solo, a partir de 166 DAT, via irrigação.

Segundo Larcher (2000), as reduções das taxas de crescimento vegetativo ao longo do ciclo, ocorrem em função da aceleração do crescimento produtivo e canalização da energia, de nutrientes e assimilados destinados à floração e frutificação, fato constatado nesta pesquisa, ao se analisar as fases fenológicas das três espécies de *Jatropha* (Tabela 13).

Tabela 27 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC) ($\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

CV	GL	Quadrados Médios			
		TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO CAULINAR EM DIÂMETRO - TCR DC ($\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$)			
		165-195 DAT	225-255 DAT	255-285 DAT	
(A)					
Bloco	2	0,000003 ^{ns}	1,502E-0007 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	
Salinidade (CEa)	4	5,208E-0007 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	
Resíduo (a)	8	0,000002	4,936E-0007	0,000003	
Espécie (E)	2	0,000008 ^{**}	0,000002 ^{**}	0,000004 ^{ns}	
CEa x E	8	0,000002 [*]	3,937E-0007 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	
Resíduo (b)	20	5,626E-0007	3,852E-0007	0,000004	
	CV (%) a	82,20	38,70	51,99	
	CV (%) b	46,30	34,19	59,86	
(B)					
CEa/PM	R. linear	1	0,000002 [*]	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000002 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
CEa/PB	R. linear	1	0,000003 [*]	0,000000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000001 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
CEa/PR	R. linear	1	0,000001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000000 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000005 ^{**}	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}

Continuação da Tabela 27

(C)		Quadrados Médios		
FV	GL	165-195 DAT	225-255 DAT	255-285 DAT
Bloco	2	0,000003 ^{ns}	2,291E-0007 ^{ns}	4,306E-0007 ^{ns}
Tratamentos	17	0,000003 [*]	0,000001 ^{ns}	0,000005 [*]
Resíduo adicional	34	0,000001	0,000001	0,000002
PMCEa1,20 vs Seq.	1	0,000001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000008 ^{ns}
PMCEa1,80 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000010 ^{ns}
PMCEa2,4 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000070 ^{ns}
PMCEa3,0 vs Seq.	1	0,000002 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000030 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000011 [*]
PBCEa1,20 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000023 ^{**}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	0,000001 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000010 ^{ns}
PBCEa2,4 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000000 ^{ns}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	0,000005 [*]	0,000001 ^{ns}	0,000006 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000004 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000010 [*]
PRCEa1,80 vs Seq.	1	0,000002 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	0,000000 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000009 ^{ns}
PRCEa3,0 vs Seq.	1	0,000005 [*]	0,000000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	0,000003 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,000010 ^{ns}
CV (%)		65,44	54,44	47,50

*Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 28 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar do pinhão-mansó (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009

Médias								
165-195DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,0006b	0,0003b	0,0003b	0,0009b	0,0018a	0,0008b	0,001	$Y = -0,0004 + 0,0005x$ $R^2 = 0,5677$
PB	0,0026a	0,0023a	0,0029a	0,0016ba	0,0015a	0,0022a	0,0018	$Y = 0,0034 - 0,0005x$ $R^2 = 0,5768^*$
PR	0,0011ba	0,0016ba	0,0028a	0,0026a	0,0013a	0,0019a	0,001	$Y = -0,0035 + 0,0049x - 0,0010x^2$ $R^2 = 0,8047^{**}$
Média	0,001a	0,001a	0,002a	0,002a	0,002a	0,002	0,001	d.m.s. (espécies) = 0,0007
225-255DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,002a	0,003a	0,001a	0,003a	0,002a	0,0023a	0,002	$Y = 0,0023^{ns}$
PB	0,001a	0,002ba	0,001a	0,002a	0,002a	0,0017ba	0,002	$Y = 0,0017^{ns}$
PR	0,001a	0,001b	0,002a	0,001a	0,002a	0,0015b	0,002	$Y = 0,0015^{ns}$
Média	0,002a	0,002a	0,001a	0,002a	0,002a	0,002	0,002	d.m.s. (espécies) = 0,0006
255-285DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,004a	0,003a	0,003a	0,003a	0,004a	0,0035a	0,001	$Y = 0,0035^{ns}$
PB	0,005a	0,003a	0,004a	0,004a	0,004a	0,0038a	0,002	$Y = 0,0038^{ns}$
PR	0,003a	0,003a	0,003a	0,003a	0,002a	0,0028a	0,002	$Y = 0,0028^{ns}$
Média	0,004a	0,003a	0,004a	0,003a	0,003a	0,003	0,002	d.m.s. (espécies) = 0,0019

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

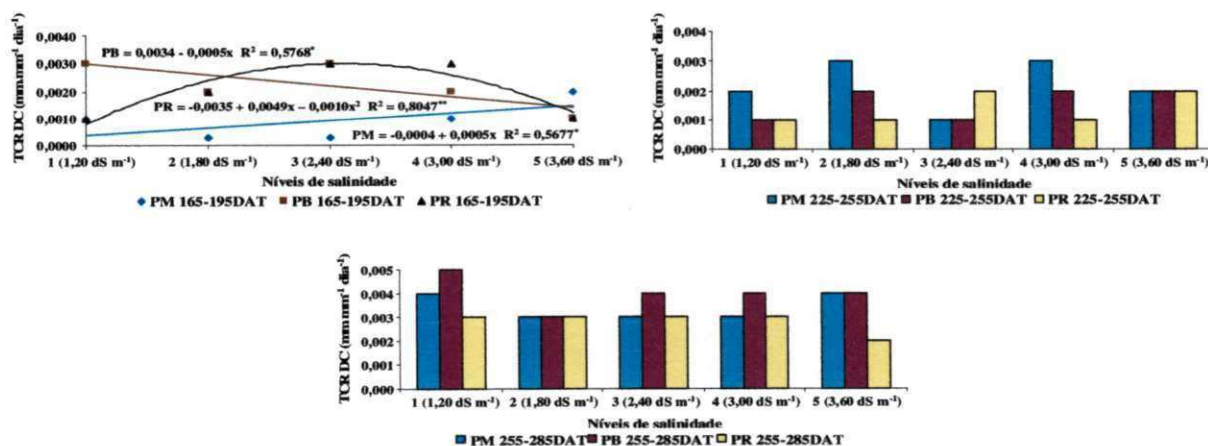


Figura 10. Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar de plantas do pinhão-mansó (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), em 165-195, 225-255 e 255-285 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.3 Variáveis fisiológicas (trocas gasosas)

5.3.1 Condutância estomática 'gs'

O resumo das análises de variância, regressões e contrastes para a condutância estomática (gs) das três espécies de *Jatropha* estudadas está na Tabela 29. Observaram-se efeitos não significativos da salinidade (CEa), espécie (E) e interação (CEa x E), inexistindo influência dessas fontes de variação sobre a 'gs' das plantas (Tabela 29).

De posse do desdobramento da interação (CEa x E) (Tabela 29), confirmou-se, na Figura 11 e nas respectivas equações de regressão na Tabela 30, efeito não significativo dos níveis de salinidade sobre a 'gs', em pinhão-bravo e roxo; ou seja, o estresse salino, até o nível de salinidade da água de irrigação de 3,60 dS m⁻¹, não influencia na condutância estomática dessas duas espécies. Com relação ao pinhão-manso (Figura 11 e Tabela 30), a condutância estomática decresceu linearmente ($P < 0,07$), com o aumento da condutividade elétrica até 3,60 dS m⁻¹, influenciando no processo de fechamento dos estômatos. Esse decréscimo, entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹) foi igual a 50,66%, e, por aumento unitário da CEa, foi de 21,11%.

Rodrigues Filho (2011), também, observou efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de salinidade (0,60 a 5,40 dS m⁻¹) sobre a condutância estomática (gs) do pinhão-manso. O autor constatou 'gs' decrescente com o aumento da condutividade elétrica até 5,40 dS m⁻¹.

A abertura dos estômatos está relacionada com o grau de saturação hídrica das células estomáticas, podendo haver restrições da transpiração quando o déficit de água na planta for muito grande (CERQUEIRA et al., 2004). Os estômatos atuam como reguladores da perda de água pela transpiração, respondendo ao déficit hídrico com a alteração da abertura do poro a uma faixa crítica de valores do potencial hídrico foliar (LARCHER, 2000). A intensidade dessa transpiração varia com a ação de fatores internos (área superficial, distribuição e número dos estômatos) e de fatores externos (luz, umidade do ar, temperatura e disponibilidade de água no solo) (CERQUEIRA et al., 2004).

O resumo de análise de variância dos contrastes, entre os tratamentos com níveis de salinidade e os tratamentos sob condições de sequeiro, para condutância estomática (gs), das três espécies, encontra-se na Tabela 29. As médias estão dispostas na Tabela 30. Observaram-se efeitos significativos ($P < 0,01$) dos tratamentos, aos 600 DAT (Tabela 29).

Efeitos significativos e não significativos foram observados, após o desdobramento dos contrastes (Tabela 29), para condutância estomática do pinhão-manso, bravo e roxo. A

partir de uma análise mais apurada das médias dos contrastes, entre os níveis de salinidade e em sequeiro, observaram-se, para as três espécies de *Jatropha*, maior condutância estomática nas plantas sob condições de estresse salino do que na de sequeiro (Tabela 30). Isso, pode ser atribuído, provavelmente, às condições climáticas desta pesquisa (Tabela 12) no dia da avaliação (600 DAT), favorecendo menor abertura dos estômatos, na condição de sequeiro, já que nas condições salinas a disponibilidade de água às plantas foi maior (lâmina de irrigação igual a 100% da ETo).

As médias das condutâncias estomáticas em pinhão-manso, bravo e roxo, mesmo no nível mais severo de salinidade da água de irrigação, desta pesquisa ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), ainda foram 1000,00, 118,18 e 357,14% maiores do que as da condição de sequeiro, respectivamente, constatando-se severo fechamento dos estômatos na condição de sequeiro, nas três espécies de *Jatropha*, sendo maior a sensibilidade em pinhão-manso e menor em pinhão-bravo (Tabela 30).

O déficit hídrico tem efeitos em diversos processos fisiológicos das plantas, geralmente aumentando a resistência estomática, reduzindo a transpiração e consequentemente o suprimento de CO_2 para a realização do processo de fotossíntese (NOGUEIRA et al., 2001). Um rápido fechamento estomático pode está associado a uma rápida adaptação das plantas ao estresse hídrico (MENCUCCINI et al., 2000).

Em consonância com a presente pesquisa, Roza (2010), também, verificou, para pinhão-manso, ao cultivar plantas sob os teores de água no solo com potenciais mátricos, entre -15 e $-167,03 \text{ kPa}$ (quilopascal), decréscimos significativos da condutância estomática (gs), com diminuição de $0,15$ a $0,01 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para a condutância estomática (gs) das três espécies de *Jatropha*, sob a influência dos níveis de salinidade da água de irrigação, está na Tabela 30.

No período avaliado (600 DAT), não foram registradas diferenças significativas, entre as médias das condutâncias estomáticas das espécies de *Jatropha*, sob a influência dos níveis de salinidade (Tabela 30). Após verificar os valores dessas médias apresentadas na Tabela 30, constataram-se condutâncias estomáticas para pinhão-manso, bravo e roxo, com valores similares.

Quando as plantas de pinhão-manso, bravo e roxo foram submetidas à salinidade de $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, registraram-se grandes discrepâncias entre as condutâncias estomáticas das espécies estudadas, sendo a do pinhão-manso, 65,63 e 54,17% menor do que a do pinhão-roxo

e bravo, respectivamente. Essas discrepâncias diminuíram drasticamente, quando as plantas foram submetidas ao menor nível salino da pesquisa ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) (Tabela 30).

5.3.2 Transpiração (T)

O resumo da análise de variância e regressão e os contrastes para a transpiração 'T' das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 29. Registrou-se efeito não significativo de salinidade (CEa), espécie (E) e interação (CEa x E) sobre a transpiração 'T', aos 600 DAT (Tabela 29), indicando que os fatores estudados não influenciaram na transpiração das plantas.

As médias de 'T' das espécies pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), no período avaliado e em função dos níveis de salinidade, encontram-se na Figura 11. As equações de regressão estão na Tabela 30. Após o desdobramento da interação (CEa x E) (Tabela 29), registra-se, na Figura 11 e nas respectivas equações de regressão na Tabela 30, efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a transpiração (T) das plantas de 'PM' e não significativo sobre a 'T' das plantas de pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR).

Verifica-se, para pinhão-manso, na Figura 11 e nas respectivas médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 30), decréscimo linear ocasionado pelos tratamentos salinos sobre a transpiração (T). Esse decréscimo entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$) foi da ordem de 36,86%, o que corresponde a $1,49 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, e o decréscimo por aumento unitário da CEa foi de 15,36%. Os níveis crescentes de salinidade influenciaram na redução da transpiração do pinhão-manso (PM); conseqüentemente, o estresse salino limitou a perda de água das plantas. As plantas de pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) não tiveram a transpiração afetada pela salinidade da água de irrigação, até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 11). O estresse salino, provocado pela salinidade da água de irrigação, não exerceu qualquer influência sobre a transpiração das plantas de pinhão-bravo e pinhão-roxo, não sendo verificada redução significativa nas perdas de água. Esses resultados estão de acordo com discussão anterior para condutância estomática (gs), quando foram verificados decréscimos da 'gs' do pinhão-manso, sob condições salinas e ausência de influência da salinidade sobre a 'gs' do pinhão-bravo e roxo. A redução da condutância estomática em pinhão-manso provocou uma menor transpiração das plantas, provavelmente, como defesa contra a menor disponibilidade de água às raízes por causa da maior dificuldade das plantas em absorver água do solo em meio salino. O mesmo não foi observado para pinhão-bravo e roxo, quando, nas mesmas condições salinas, não ocorreram limitações na condutância estomática e na transpiração.

Corroborando os resultados desta pesquisa, Wanderley Filho et al. (2009) conduziram, sob condições controladas, em casa de vegetação, experimento com pinhão-manso cultivado em solo salinizado até $2,40 \text{ dS m}^{-1}$. Aos 105 DAP verificaram, também, que o estresse salino reduziu em 97%, nas horas mais quentes do dia, a transpiração das plantas.

Já Sousa et al. (2009), ao cultivarem plantas de pinhão-manso, sob cinco níveis crescentes de salinidade ($0,60$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$), verificaram que a taxa de transpiração (T) decresceu linearmente, entre o menor e o maior nível salino, com decréscimo de 12,50%, por aumento unitário da salinidade. Rodrigues Filho (2011), também, verificou resposta linear significativa e decrescente dos níveis de CEa sobre a taxa de transpiração de plantas de pinhão-manso.

O resumo da análise de variância dos contrastes, entre os tratamentos com níveis de salinidade e os tratamentos sob condições de sequeiro, para transpiração (T) das três espécies de *Jatropha*, encontra-se na Tabela 29 e as médias na Tabela 30. Obteve-se efeito significativo para tratamentos, aos 600 DAT (Tabela 29).

Ao verificar, na Tabela 30, as médias dos desdobramentos dos contrastes (Tabela 29), entre os tratamentos salinos e em sequeiro, constataram-se, em 100% dos casos, para as três espécies de pinhão, maior transpiração (T) nas plantas sob condições salinas, com maior discrepância verificada para pinhão-manso, quando obteve na condição de sequeiro, a menor média de transpiração, sendo 84,37 e 77,25% inferior às verificadas para pinhão-bravo e roxo, respectivamente. Já essas duas últimas espécies obtiveram médias de transpiração com maior similaridade, entre as duas condições de cultivo (Tabela 30). Em ambiente de menor hidratação das plantas, nesta pesquisa, observado aos 600 DAT, na condição de sequeiro, o pinhão-bravo e roxo transpiraram mais do que o pinhão-manso, indicando melhor adaptação dessas plantas às condições adversas, como o estresse hídrico.

Setin (2007) explica que a maior transpiração, em geral, reflete uma melhor hidratação das plantas, resultando em maior crescimento, fato constatado na presente pesquisa para as três espécies estudadas quando se realizou o contraste dos cultivos em condições salinas até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$ com uma lâmina de irrigação igual a 100% da ETo e sob condições de sequeiro.

Roza (2010), ao submeter plantas de pinhão-manso à deficiência hídrica, observou que a transpiração foi significativamente reduzida com a diminuição da disponibilidade de água no solo, tanto na fase inicial de crescimento quanto na fase reprodutiva.

Cerqueira et al. (2004) constataram redução na transpiração, em genótipos de citros sob estresse hídrico, com diversos períodos de exposição ao estresse (4, 8 e 12 dias), seguido de tempo de recuperação (1, 2, 3 e 4 dias), confirmando, com isso, a grande influência da

disponibilidade hídrica sobre a transpiração. Já Wanderley Filho et al. (2009) chegaram à conclusão de que o estresse salino até $2,40 \text{ dS m}^{-1}$ reduz a transpiração das plantas de pinhão-mansão em 97% nas horas mais quentes do dia.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para a transpiração (T) das três espécies de *Jatropha* está na Tabela 30. No período avaliado (600 DAT), não foram observadas diferenças significativas de 'T' entre as plantas de 'PM', 'PB' e 'PR', sob a influência dos níveis de salinidade.

5.3.3 Taxa de fotossíntese líquida 'TFL'

O resumo das análises de variância, regressões e contrastes para a taxa de fotossíntese líquida (TFL) das três espécies de *Jatropha* estudadas estão na Tabela 29. Registrou-se efeito não significativo da salinidade (CEa) e da interação (CEa x E) sobre a 'TFL', aos 600 DAT, indicando, não haver influência sobre a 'TFL' das plantas. Já com relação ao fator espécie (E) houve efeito significativo ($P < 0,01$) sobre a 'TFL', havendo diferenças de 'TFL' entre as espécies estudadas (Tabela 29).

As médias das taxas de fotossíntese líquida foliar (TFL) do pinhão-mansão (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), aos 600 DAT, em função dos níveis de salinidade, encontram-se na Figura 11. As equações de regressão estão na Tabela 30. Após a realização do desdobramento da interação (CEa x E) (Tabela 29), registram-se, na Figura 11, aos 600 DAT e nas respectivas equações de regressão na Tabela 30, efeito não significativo dos níveis de salinidade sobre a 'TFL' do pinhão-bravo e roxo. O estresse salino, até o nível de salinidade da água de irrigação de $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, não restringiu o processo de assimilação de CO_2 dessas duas espécies. O mesmo não ocorreu para pinhão-mansão, quando os níveis de salinidade surtiram efeito linear decrescente ($P < 0,06$) sobre a taxa de fotossíntese líquida (Tabela 29). Essa redução da 'TFL' do pinhão-mansão (Figura 11), após análise das médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 30) foi de 55,74%, entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), e de 23,23% por aumento unitário da CEa.

Nesta pesquisa, constatou-se, anteriormente, em pinhão-mansão, influência significativa dos níveis de salinidade sobre a condutância estomática e transpiração das plantas, reduzindo então, a abertura estomática e a perda de água por transpiração, provavelmente como forma de defesa, causada pela menor disponibilidade de água às plantas, quando sob condições salinas. Da mesma forma, a salinidade da água de irrigação, também, contribuiu com os decréscimos lineares, verificados na taxa de fotossíntese líquida das plantas

de pinhão-manso, com limitação da taxa de assimilação de CO₂ atmosférico às folhas das plantas. O controle da abertura estomática é primordial para manter a máxima fotossíntese, com a menor perda de água possível (PIMENTEL, 2004).

Rodrigues Filho (2011) observou efeito linear decrescente dos níveis de salinidade da água (CEa) na taxa de fotossíntese líquida (TFL) do pinhão-manso, apenas a 10% de probabilidade ($P < 0,1$).

O resumo de análise de variância dos contrastes, entre os tratamentos com níveis de salinidade e os tratamentos sob condições de sequeiro, para taxa de fotossíntese líquida (TFL), das três espécies, encontra-se na Tabela 29. As médias estão dispostas na Tabela 30. Observou-se, efeito significativo ($P < 0,01$) dos tratamentos, aos 600 DAT (Tabela 29).

Ao realizar o desdobramento dos contrastes (Tabela 29) para taxa de fotossíntese líquida (TFL) das três espécies de *Jatropha*, aos 600 DAT, observou-se, na Tabela 30, a mesma tendência já discutida para condutância estomática e transpiração, ou seja, maiores médias de 'TFL', em 100% dos contrastes, nas condições de salinidade. Essa tendência já era esperada, pelo fato da maior disponibilidade hídrica às plantas ocorrer nessa condição de cultivo, com aplicação de lâmina de irrigação igual a 100% da ETo. Também, verificaram-se, nesta discussão, maiores discrepâncias, nos contrastes para pinhão-manso e, em menor grau, entre as médias dos contrastes para pinhão-bravo e roxo. Percebeu-se, ainda, no nível mais salino, 3,60 dS m⁻¹ (Tabela 30), taxa de fotossíntese líquida em pinhão-manso 4,03 e 4,91 vezes menor do que a do pinhão-bravo e roxo, respectivamente, e, na condição de sequeiro, constatou-se 'TFL' em pinhão-manso 3,24 e 2,85 vezes menor do que a do pinhão-bravo e roxo, respectivamente, com redução das diferenças, entre as médias das 'TFL' das três espécies, na condição de sequeiro.

Em consonância com a presente pesquisa, Roza (2010), também, verificou, em pinhão-manso na fase de crescimento, que a partir do teor de água no solo com potencial mátrico de -7,94 kPa, as trocas gasosas foliares foram afetadas significativamente, onde a fotossíntese líquida (15 a 1,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) decresceu, com a redução da disponibilidade hídrica no substrato. O mesmo autor, e nesta mesma pesquisa, durante a fase produtiva (163 dias após a germinação) das plantas de pinhão-manso, observou que o valor da fotossíntese líquida foliar diminuiu de 20,8 para 10,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, em condições de estresse. Comportamento semelhante foi observado por Magalhães Filho et al. (2008) em *Citrus sinensis*, com reduções em fotossíntese líquida de 11 para 4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e, também, por Suassuna (2011): ao submeter porta-enxertos de citros em condições de estresse hídrico,

notou redução no influxo de CO₂ para o interior das folhas de até 78,84% nas plantas submetidas à deficiência hídrica em relação àquelas cultivadas sem restrição de umidade.

Graciano et al. (2011), pesquisando a capacidade fotossintética em amendoim, observou que a fotossíntese líquida das plantas submetidas a CE 3,5 e 6,0 dS m⁻¹ apresentou valores de 13,7 e 12,9 μmol m⁻² s⁻¹, respectivamente, os quais não indicaram diferença significativa do controle (15,46 μmol m⁻² s⁻¹). Já às plantas submetidas a CE 8,5 dS m⁻¹, mostraram valores de 'A' de 5,8 μmol m⁻² s⁻¹, correspondendo a uma redução significativa de 62,5% em relação ao controle.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para a taxa de fotossíntese líquida foliar (TFL) das três espécies de *Jatropha*, sob a influência dos níveis de salinidade da água de irrigação, está na Tabela 30.

No período avaliado (600 DAT), foram registradas diferenças significativas (P < 0,05) na 'TFL' entre as espécies estudadas (Tabela 30). O pinhão-mansinho diferiu significativamente (P < 0,05) do pinhão-bravo e do pinhão-roxo, com a menor 'TFL', sendo a espécie menos eficiente em assimilar CO₂ para o interior das folhas. Constataram-se, em pinhão-bravo e roxo, as maiores médias de 'TFL', sem ocorrer diferenças significativas, entre elas. (Tabela 30). O pinhão-roxo e bravo assimilaram 66,63 e 65,23% mais CO₂ para o interior das folhas do que o pinhão-mansinho, respectivamente (Tabela 30).

Wanderley Filho et al. (2009), em pesquisa com pinhão-mansinho sob estresse salino até 2,40 dS m⁻¹, aos 105 DAP, verificaram que o estresse salino reduziu em 95% a atividade fotossintética nas horas mais quentes do dia.

Já Sousa et al. (2009), ao submeterem plantas de pinhão-mansinho sob cinco níveis crescentes de salinidade (0,60 a 3,0 dS m⁻¹), verificaram que a taxa de fotossíntese líquida decresceu linearmente, apresentando um decréscimo por aumento unitário de CEa, comparado com 0,6 dS m⁻¹, de 34,97%, ficando evidenciado que a salinidade afetou a assimilação de carbono.

Redução da condutância estomática em plantas sob estresse salino, provavelmente, está relacionada ao estresse hídrico a que essas plantas foram sujeitas (SULTANA et al., 1999). Vale ressaltar que o fechamento estomático e a consequente redução do fluxo normal de CO₂ em direção ao sítio de carboxilação, é um dos principais responsáveis pela redução da fotossíntese em plantas cultivadas em condições de salinidade (XU et al., 1994). Em várias espécies, a redução da fotossíntese em função da salinidade tem sido atribuída às limitações estomáticas (AGASTIAN et al., 2000; DOWNTON et al., 1990; ZISKA et al., 1990).

Tabela 29 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para condutância estomática 'gs', transpiração 'T' e taxa de fotossíntese líquida 'TFL' do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, aos 600DAT. Lagoa Seca, PB, 2010

Quadrados Médios					
TROCAS GASOSAS – 600 DAT					
FV	GL	Condutância Estomática 'gs' (mol m ⁻² s ⁻¹)	Transpiração 'T' (mmol m ⁻² s ⁻¹)	Taxa de fotossíntese líquida foliar 'TFL' (μmol m ⁻² s ⁻¹)	
(A)					
Bloco	2	0,004 ^{ns}	0,098 ^{ns}	27,693 ^{ns}	
Salinidade (CEa)	4	0,009 ^{ns}	1,208 ^{ns}	20,506 ^{ns}	
Resíduo (a)	8	0,008	1,344	18,408	
Espécie (E)	2	0,023 ^{ns}	2,071 ^{ns}	186,434 ^{**}	
CEa x E	8	0,009 ^{ns}	0,913 ^{ns}	36,487 ^{ns}	
Resíduo (b)	20	0,008	0,837	24,994	
	CV (%)	38,92	31,21	32,19	
	CV (%)	39,33	24,62	37,51	
(B)					
CEa/PM	R. linear	1	0,031 ^(P < 0,07)	4,137 [*]	95,944 ^(P < 0,06)
	R. quadr.	1	0,001 ^{ns}	0,482 ^{ns}	8,070 ^{ns}
CEa/PB	R. linear	1	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	28,577 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,017 ^{ns}	0,278 ^{ns}	17,823 ^{ns}
CEa/PR	R. linear	1	0,006 ^{ns}	0,418 ^{ns}	30,724 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000	0,253 ^{ns}	10,863 ^{ns}

Continuação da Tabela 29

(C)		Quadrados Médios		
FV	GL	Condutância Estomática 'gs' ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Transpiração 'T' ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Taxa de fotossíntese líquida foliar 'TFL' ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Bloco	2	0,001 ^{ns}	0,453 ^{ns}	9,897 ^{ns}
Tratamentos	17	0,022 ^{**}	3,250 ^{**}	74,528 ^{**}
Resíduo adicional	34	0,008	1,071	25,043
PMCEa1,20 vs Seq.	1	0,082 ^{**}	17,785 ^{**}	160,891 [*]
PMCEa1,80 vs Seq.	1	0,060 ^{**}	14,947 ^{**}	92,512 ^{ns}
PMCEa2,4 vs Seq.	1	0,058 ^{**}	15,585 ^{**}	94,327 ^{ns}
PMCEa3,0 vs Seq.	1	0,032 [*]	9,805 ^{**}	71,622 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	0,015 ^{ns}	5,339 [*]	5,339 ^{ns}
PBCEa1,20 vs Seq.	1	0,011 ^{ns}	1,316 ^{ns}	36,902 ^{ns}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	0,034 [*]	2,257 ^{ns}	54,000 ^{ns}
PBCEa2,4 vs Seq.	1	0,084 ^{**}	5,434 [*]	233,376 ^{**}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	0,010 ^{ns}	0,528 ^{ns}	71,139 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	0,024 ^{ns}	2,561 ^{ns}	132,446 [*]
PRCEa1,20 vs Seq.	1	0,031 ^{ns}	4,167 ^{ns}	69,769 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	0,077 ^{**}	7,935 [*]	119,439 [*]
PRCEa2,4 vs Seq.	1	0,056 ^{**}	7,085 [*]	161,513 [*]
PRCEa3,0 vs Seq.	1	0,035 ^{ns}	2,184 ^{ns}	34,034 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	0,096 ^{**}	11,788 ^{**}	292,322 ^{**}
CV (%)		42,42	30,64	41,70

*Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 30 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para condutância estomática 'gs', transpiração 'T' e taxa de fotossíntese líquida 'TFL' do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, aos 600 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010

Médias								
Condutância Estomática 'gs' (mol m ⁻² s ⁻¹)								
600DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,25a	0,21a	0,21a	0,16a	0,11b	0,19a	0,01	Y = 0,317 - 0,053x R ² = 0,9373 ^(P < 0,001)
PB	0,20a	0,26a	0,35a	0,19a	0,24ba	0,25a	0,11	Y = 0,25 ^{ns}
PR	0,21a	0,30a	0,26a	0,22a	0,32a	0,26a	0,07	Y = 0,26 ^{ns}
Média	0,22a	0,26a	0,27a	0,19a	0,22a	0,23	0,06	d.m.s. (espécies) = 0,08
Transpiração 'T' (mmol m ⁻² s ⁻¹)								
600DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	3,88a	3,59a	3,66a	2,99a	2,32a	3,29a	0,43	Y = 4,77 - 0,62x R ² = 0,8621 [*]
PB	3,68a	3,97a	4,65a	3,34a	4,05a	3,94a	2,75	Y = 3,94 ^{ns}
PR	3,56a	4,19a	4,06a	3,10a	4,69a	3,92a	1,89	Y = 3,92 ^{ns}
Média	3,71a	3,92a	4,12a	3,14a	3,69a	3,72	1,69	d.m.s. (espécies) = 0,85
Taxa de fotossíntese líquida foliar 'TFL' (μmol m ⁻² s ⁻¹)								
600DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	12,63a	10,12a	10,20a	9,18a	4,16b	9,26b	2,27	Y = 16,41 - 2,98x R ² = 0,8197 ^(P < 0,06)
PB	12,32a	13,36a	19,83a	14,24a	16,75a	15,30a	7,36	Y = 15,30 ^{ns}
PR	13,28a	15,38a	16,83a	11,22a	20,42a	15,43a	6,46	Y = 15,43 ^{ns}
Média	12,74a	12,95a	15,62a	11,55a	13,78a	13,33	5,36	d.m.s. (espécies) = 4,62

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

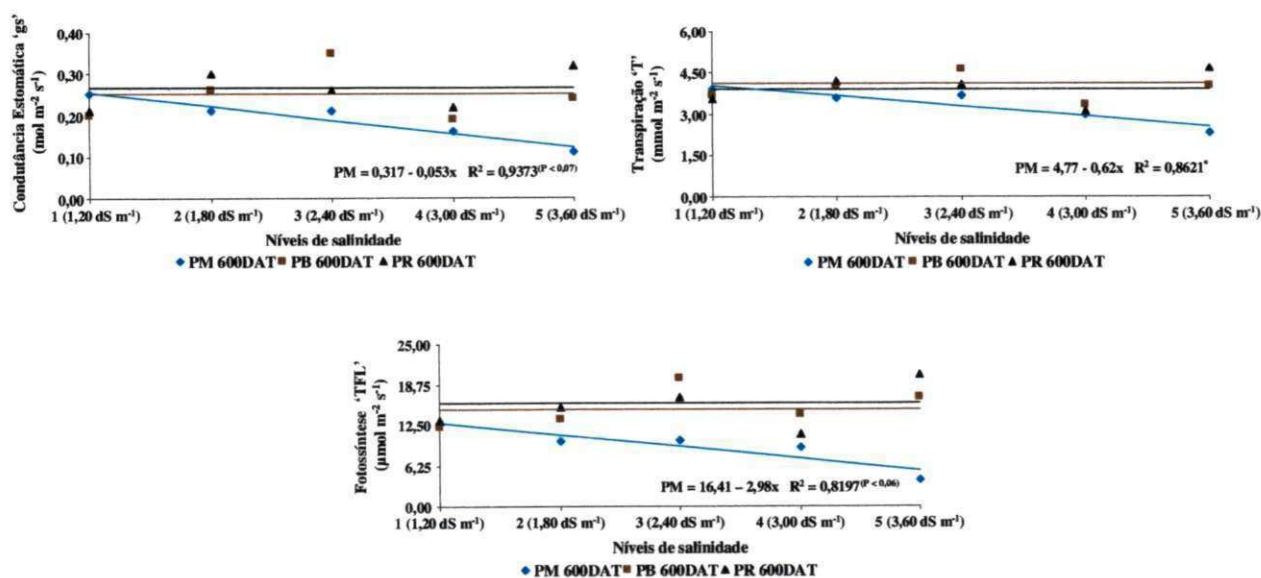


Figura 11. Condutância estomática, transpiração e taxa de fotossíntese líquida de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), aos 600 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.4 Componentes de produção

5.4.1 Número de cachos por planta 'NCP'

O resumo da análise de variância, estudos de regressão e contrastes para o número de cachos por planta (NCP) das três espécies de *Jatropha* estão na Tabela 31. Não foi significativo o efeito da salinidade (CEa) e da interação (CEa x E) sobre 'NCP', em todos os períodos avaliados. Entre as espécies (E), variou, significativamente, o número de cachos por planta, em todos os períodos avaliados (Tabela 31). A representação gráfica das médias de 'NCP' das espécies estudadas, nos períodos avaliados, em função dos níveis de salinidade, encontra-se nas Figuras 12 e 13. A comparação das médias pelo teste de Tukey e as equações de regressão estão na Tabela 32.

Com base nos dados da Tabela 32 (495 DAT) e respectivas médias estimadas pela equação de regressão, ocorreu decréscimo linear ($P < 0,05$) no 'NCP' do pinhão-manso, alcançando cerca de 81,25%, entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$); por incremento unitário de CEa, o decréscimo foi de 33,85%. Os níveis crescentes de salinidade da água de irrigação influenciaram na redução da produção de número de cachos por planta do pinhão-manso.

Dentre as avaliações realizadas, apenas para pinhão-manso, ocorreu efeito da salinidade sobre o número de cachos por planta (Tabela 32, 495 DAT). Nos demais períodos avaliativos, as três espécies de *Jatropha* estudadas não tiveram suas produções de 'NCP' afetadas significativamente pelos níveis salinos. Nesses casos, a salinidade da água de irrigação, até a CEa de $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, não interfere na produção de cachos. Ao longo da pesquisa, em alguns períodos de avaliação, ocorreram, oscilações climáticas, registradas nas Figuras 1 e 2 e na Tabela 12, com provável influência sobre esses resultados, principalmente, por causa da provável lixiviação da salinidade do solo provocada pelas chuvas na fase experimental.

Nery (2011), aos 240 dias após a poda, ao submeter plantas de pinhão-manso sob salinidades de $0,60$ a $3,00 \text{ dS m}^{-1}$, em ambiente protegido, sem a influência de fatores externos, como a chuva, observou decréscimos de até 92,88% no número de cachos por planta, com o aumento da salinidade.

No desdobramento dos contrastes para as três espécies de pinhão (Tabela 31), constataram-se, em geral, efeitos não significativos sobre o número de cachos por planta (NCP), em todos os períodos de avaliação, com valores aproximados de 'NCP', nas condições

de cultivo (salinas e de sequeiro), em geral com maiores médias nas condições salinas. Isso ocorreu, conforme, explicação anterior, para esta variável, por causa das variações climáticas, durante a pesquisa, com provável elevação da disponibilidade de água às plantas e lixiviação dos sais do solo, favorecendo a produção de cachos nas duas condições de cultivo. Situações similares foram constatadas, anteriormente, para as variáveis de crescimento.

Na primeira avaliação, aos 225 DAT, referente ao pico de produção de cachos por planta, primeiro ciclo produtivo, conforme fases fenológicas na Tabela 13, o número de cachos por planta no nível de salinidade de $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, superou a produção de sequeiro em 20,34, 9,50 e 27,67 cachos por planta, em pinhão-manso, bravo e roxo, respectivamente. Já para a última avaliação, aos 555 DAT, o número de cachos por planta no nível de salinidade de $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, ultrapassou a produção de sequeiro em 17,75, 9,41 e 19 cachos por planta, em pinhão-manso, bravo e roxo, respectivamente (Tabela 32).

Silva (2009), quando submeteu plantas de pinhão-manso à baixa disponibilidade de água ($0,25 \text{ ETc}$), também observou baixa produção de cachos (11 cachos) com relação aos demais níveis de reposição da água de irrigação ($0,50 \text{ ETc} = 20$ cachos; $0,75 \text{ ETc} = 27$ cachos; $1,00 \text{ ETc} = 35$ cachos e $1,25 \text{ ETc} = 103$ cachos).

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para o número de cachos por planta (NCP) das três espécies de *Jatropha*, sob a influência dos níveis de salinidade da água de irrigação, está na Tabela 32.

Sob a influência dos níveis de salinidade, nos nove períodos avaliados (225 a 555 DAT), foram registradas diferenças significativas no 'NCP', entre espécies (Tabela 32). O pinhão-roxo (PR), de forma absoluta, diferiu significativamente do pinhão-manso (PM) e do pinhão-bravo (PB), em todos os períodos avaliados, com as maiores médias de 'NCP'. Na primeira produção de cachos, aos 225 DAT (médias sem transformação), o pinhão-roxo superou em 179,12 e 516,89% a do pinhão-manso e bravo, respectivamente. Já com relação à última avaliação, aos 555 DAT (médias sem transformação), o 'NCP' do pinhão-roxo ultrapassou em 294,57 e 287,38% o do pinhão-manso e bravo, respectivamente (Tabela 32).

Durante a fase experimental, até 555 DAT, cada planta de pinhão-roxo, manso e bravo produziu em média 951,18, 280,00 e 214,42 cachos, respectivamente (médias sem transformação, Tabela 32).

Tabela 31 Resumos de análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para número de cachos por planta (NCP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

FV	GL	Quadrados Médios									
		NÚMERO DE CACHOS POR PLANTA - NCP									
		225	255	285	315	345	375	435	495	555 DAT	
(A)											
Bloco	2	0,007 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,041 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,060 ^{ns}	
Salinidade (CEa)	4	0,022 ^{ns}	0,026 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,046 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,015 ^{ns}	
Resíduo (a)	8	0,013	0,013	0,033	0,028	0,030	0,0446	0,072	0,075	0,087	
Espécie (E)	2	2,395 ^{**}	2,886 ^{**}	4,023 ^{**}	1,742 ^{**}	1,508 ^{**}	1,619 ^{**}	1,332 ^{**}	8,589 ^{**}	1,850 ^{**}	
CEa x E	8	0,022 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,049 ^{ns}	0,223 ^{ns}	0,067 ^{ns}	
Resíduo (b)	20	0,028	0,036	0,020	0,031	0,017	0,030	0,044	0,117	0,087	
	CV (%) a	6,76	9,78	15,93	10,37	10,22	12,48	15,99	23,36	16,72	
	CV (%) b	9,97	16,42	12,38	11,00	7,85	10,27	12,58	29,18	16,71	
(B)											
CEa/PM	R. linear	1	0,018 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,049 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,513 [*]	0,003 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,005 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,202 ^{ns}	0,068 ^{ns}
CEa/PB	R. linear	1	0,009 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,061 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,001 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,317 ^{ns}	0,049 ^{ns}
CEa/PR	R. linear	1	0,015 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,053 ^{ns}	0,011 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,000 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,109 ^{ns}	0,014 ^{ns}

Tabela 32 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para número de cachos por planta (NCP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Médias								
225DAT								
Níveis de salinidade					Média *	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	1,68b (52,17)	1,56b (37,92)	1,80a (68,58)	1,53b (35,08)	1,58b (42,42)	1,63b (47,23)	22,08	Y = 1,63 ^{ns}
PB	1,35b (23,75)	1,36b (23,67)	1,25b (18,25)	1,33b (21,83)	1,28b (19,33)	1,31c (21,37)	9,83	Y = 1,31 ^{ns}
PR	2,20a (158,92)	2,03a (108,33)	2,10a (130,58)	2,18a (154,58)	2,02a (106,75)	2,11a (131,83)	79,08	Y = 2,11 ^{ns}
Média	1,75a (78,28)	1,65a (56,64)	1,72a (72,47)	1,68a (70,50)	1,62a (56,17)	1,68 (66,81)	37,00	d.m.s. (espécies) = 0,16
255DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,92b (9,58)	1,01b (11,08)	1,01b (11,33)	1,06b (12,08)	1,15b (15,08)	1,03b (11,83)	8,25	Y = 1,03 ^{ns}
PB	0,78b (6,42)	0,79b (6,25)	0,76b (5,75)	0,89b (8,08)	0,67c (5,08)	0,78c (6,32)	3,75	Y = 0,78 ^{ns}
PR	1,66a (47,17)	1,48a (30,50)	1,70a (51,75)	1,75a (57,17)	1,57a (37,92)	1,63a (44,90)	19,67	Y = 1,63 ^{ns}
Média	1,12a (21,06)	1,09a (15,94)	1,16a (22,94)	1,24a (25,78)	1,13a (19,36)	1,15 (21,02)	10,56	d.m.s. (espécies) = 0,17
285DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,78b (6,33)	0,75b (5,83)	0,75b (6,08)	0,75b (5,92)	0,85b (7,58)	0,78b (6,35)	4,33	Y = 0,78 ^{ns}
PB	0,86b (7,67)	0,88b (7,67)	0,88b (7,67)	1,02b (11,00)	0,83b (7,25)	0,89b (8,25)	5,00	Y = 0,89 ^{ns}
PR	1,75a (57,08)	1,67a (47,17)	1,74a (55,75)	1,85a (71,75)	1,62a (43,58)	1,73a (55,07)	36,25	Y = 1,73 ^{ns}
Média	1,13a (23,69)	1,10a (20,22)	1,12a (23,17)	1,21a (29,56)	1,10a (19,47)	1,13 (23,22)	15,19	d.m.s. (espécies) = 0,13
315DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	1,49b (33,75)	1,51ba (34,17)	1,53b (35,25)	1,47b (30,75)	1,43b (28,25)	1,48b (32,43)	30,58	Y = 1,48 ^{ns}
PB	1,30b (21,83)	1,29b (20,25)	1,37b (24,17)	1,46b (29,50)	1,32b (21,25)	1,35b (23,40)	12,00	Y = 1,35 ^{ns}
PR	2,12a (133,92)	1,79a (77,58)	2,06a (118,92)	2,14a (142,25)	1,87a (76,25)	2,00a (109,78)	131,17	Y = 2,00 ^{ns}
Média	1,64a (63,17)	1,53a (44,00)	1,65a (59,44)	1,69a (67,50)	1,54a (41,92)	1,61 (55,20)	57,92	d.m.s. (espécies) = 0,16
345DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	1,77a (59,92)	1,71a (52,83)	1,79a (61,42)	1,58b (39,92)	1,63b (44,08)	1,70b (51,63)	13,67	Y = 1,70 ^{ns}
PB	1,32b (22,25)	1,30b (20,83)	1,46b (29,25)	1,46b (30,67)	1,26c (18,33)	1,36c (24,27)	13,08	Y = 1,36 ^{ns}
PR	2,03a (111,17)	1,88a (82,00)	1,99a (105,58)	2,15a (142,42)	1,92a (83,25)	1,99a (104,88)	50,00	Y = 1,99 ^{ns}
Média	1,71a (64,44)	1,63a (51,89)	1,75a (65,42)	1,73a (71,00)	1,60a (48,56)	1,68 (60,26)	25,58	d.m.s. (espécies) = 0,12
375DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	1,71b (51,42)	1,70a (51,75)	1,72ba (52,50)	1,74b (55,17)	1,73a (54,25)	1,72b (53,02)	43,83	Y = 1,72 ^{ns}
PB	1,41b (24,50)	1,27b (20,17)	1,39b (24,33)	1,37c (28,67)	1,32b (21,58)	1,35c (24,45)	18,25	Y = 1,35 ^{ns}
PR	2,13a (134,83)	1,84a (80,92)	1,84a (83,58)	2,19a (157,00)	2,03a (114,17)	2,00a (114,10)	118,58	Y = 2,00 ^{ns}
Média	1,75a (71,25)	1,60a (50,94)	1,65a (53,47)	1,76a (80,28)	1,69a (63,33)	1,69 (63,86)	60,22	d.m.s. (espécies) = 0,16
435DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	1,56b (36,58)	1,40b (25,83)	1,52a (35,33)	1,46b (32,58)	1,32b (21,17)	1,45b (30,30)	68,92	Y = 1,45 ^{ns}
PB	1,53b (40,58)	1,47b (31,58)	1,65a (44,75)	1,60b (42,58)	1,56ba (40,42)	1,56b (39,98)	24,17	Y = 1,56 ^{ns}
PR	2,11a (130,25)	2,07a (146,17)	1,74a (74,25)	2,18a (158,17)	1,97a (102,42)	2,01a (122,25)	100,25	Y = 2,01 ^{ns}
Média	1,73a (69,14)	1,65a (67,86)	1,64a (51,44)	1,75a (77,78)	1,62a (54,67)	1,67 (64,18)	64,44	d.m.s. (espécies) = 0,19

Continuação da Tabela 32

495DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,69b (6,33)	0,67b (7,33)	0,10b (1,33)	0,15b (1,58)	0,30c (3,33)	0,38c (3,98)	15,58	Y = 0,90 - 0,22x R ² = 0,5326 [*]
PB	1,15b (19,25)	1,09ba (13,33)	1,48a (30,25)	1,49a (31,42)	1,01b (12,67)	1,24b (21,38)	23,83	Y = 1,24 ^{ns}
PR	1,97a (93,92)	1,72a (61,92)	1,64a (63,17)	2,16a (155,25)	1,96a (96,00)	1,89a (94,05)	105,92	Y = 1,89 ^{ns}
Média	1,27a (39,83)	1,16a (27,53)	1,07a (31,58)	1,27a (62,75)	1,09a (37,33)	1,17 (39,80)	48,44	d.m.s. (espécies) = 0,32

555DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	1,60ba (57,92)	1,59ba (52,67)	1,49a (33,17)	1,38b (26,17)	1,66a (51,00)	1,54b (44,18)	33,25	Y = 1,54 ^{ns}
PB	1,48b (41,17)	1,47b (31,92)	1,73a (53,92)	1,69b (53,67)	1,59a (44,33)	1,59b (45,00)	34,92	Y = 1,59 ^{ns}
PR	2,18a (151,58)	2,19a (165,83)	1,95a (130,25)	2,38a (247,00)	2,25a (176,92)	2,17a (174,32)	157,92	Y = 2,17 ^{ns}
Média	1,75a (83,56)	1,75a (83,47)	1,72a (72,44)	1,81a (108,94)	1,81a (90,75)	1,77 (87,83)	75,36	d.m.s. (espécies) = 0,27

Médias transformadas em Logaritmo base 10 de (x). Médias sem transformação entre parênteses. *Na linha/coluna denominada "Média", não há relação logaritmica entre os valores, sendo os mesmos os valores médios dos dados internos da tabela. Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

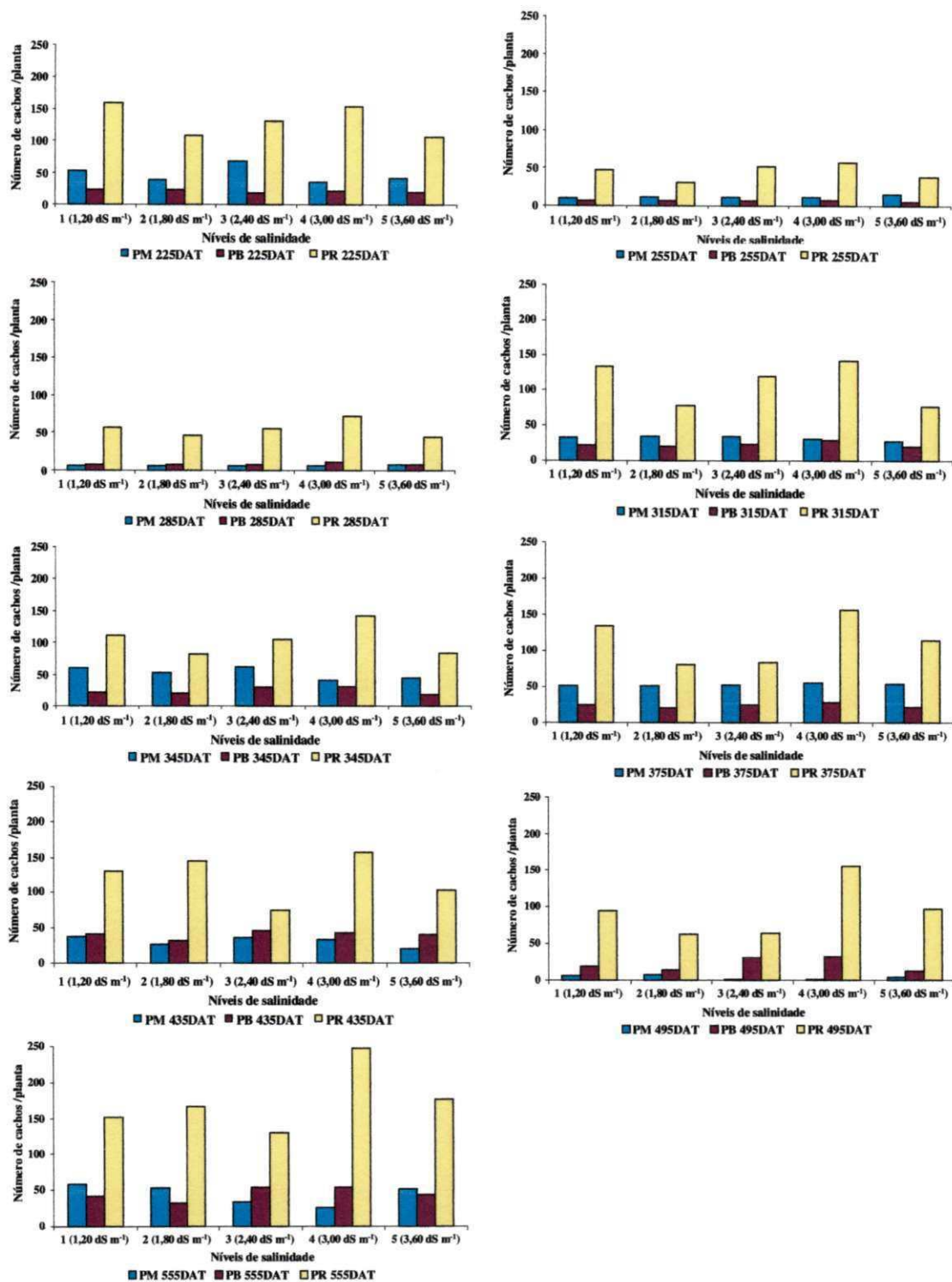


Figura 12. Valores médios de número de cachos por planta do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 435, 495 e 555 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

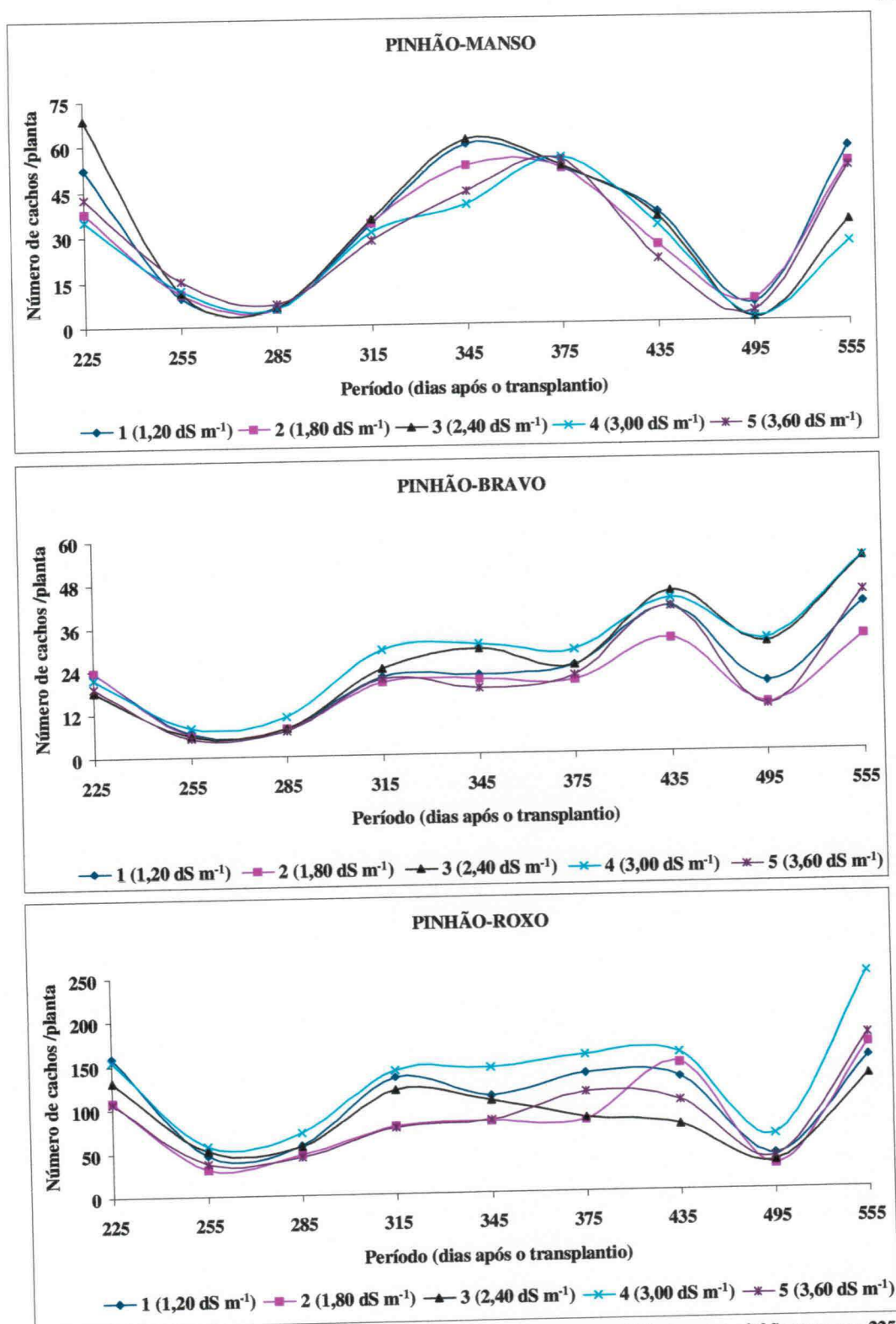


Figura 13. Evolução do número de cachos por planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 435, 495 e 555 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.4.2 Número de frutos por planta 'NFP'

O resumo da análise de variância, os dados de regressão e de contrastes para o número de frutos por planta (NFP) estão na Tabela 33. Em geral, não houve efeito significativo da salinidade (CEa) e da interação (CEa x E) sobre o 'NFP'. Para o fator espécie (E), houve efeito significativo ($P < 0,01$) sobre o 'NFP', em todos os períodos avaliados. (Tabela 33).

Mesmo sem efeito significativo, em 13 dos 14 períodos avaliados, fez-se o desdobramento dos fatores (Tabela 33), para se identificar algum efeito importante entre níveis de salinidade e espécies de *Jatropha*, constatando-se a não ocorrência de efeitos significativos dos níveis de salinidade sobre o 'NFP' das três espécies de pinhão, nos períodos avaliados, conforme verificação das equações de regressão (Tabela 34), e graficamente, nas Figuras 14 e 15. A ausência de efeito significativo dos resultados de 'NFP' ratifica a não interferência dos níveis de salinidade, até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, sobre o número de frutos por planta.

A mesma linha de investigação, já discutida para número de cachos por planta, também se aplica, nesta discussão e nas posteriores, para explicar o efeito não significativo da salinidade sobre o número de frutos por planta, nos períodos de avaliação. Provavelmente, a interferência de fatores externos, não controlados pela pesquisa, como a instabilidade dos fatores climáticos e, principalmente, a ocorrência de chuvas, com volume de $1594,50 \text{ mm}$, distribuídos em 21 meses, durante a fase experimental, contribuiu com a lixiviação do 'NaCl' aplicado no solo, via irrigação, facilitada pela textura do solo do experimento, classificado como franco-arenoso, atingindo a capacidade de campo com uma lâmina de $34,16 \text{ mm}$ a 40 cm de profundidade do solo (Figuras 1 e 2, Tabelas 5 e 12).

Com resultados divergentes aos da presente pesquisa, Nery (2008 e 2011) e Rodrigues Filho (2011) verificaram em pinhão-manso, sob níveis crescentes de salinidade, decréscimos do número de frutos por planta.

Com relação aos contrastes, entre os cultivos com salinidade e em sequeiro, para número de frutos por planta (NFP), verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$) sobre os tratamentos, em todos os períodos avaliados (Tabela 33). Ao desdobrar os contrastes para 'NFP', para as três espécies de *Jatropha*, constatou-se ausência de significância, na maioria dos casos, durante a pesquisa (Tabela 33). Nesses casos, verificaram-se médias similares de 'NFP', nas condições salinas e de sequeiro, com tendência de médias maiores nos tratamentos salinos (Tabela 34).

Aos 225 DAT, período da primeira contagem de frutos, após as plantas das três espécies de *Jatropha* entrarem na fase produtiva (Tabela 13 – Fases fenológicas), verificaram-

se plantas irrigadas com $3,60 \text{ dS m}^{-1}$ de salinidade, com número de frutos por planta, 2,00, 3,32 e 1,16 vezes maior do que em sequeiro, em pinhão-manso, bravo e roxo, respectivamente. Aos 615 DAT, última avaliação da pesquisa, constatou-se, também, na maior concentração salina ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), número de frutos por planta, 2,05, 1,09 e 1,48 vezes maior do que nas condições de sequeiro, em pinhão-manso, bravo e roxo, respectivamente (Tabela 34). Por estes últimos dados, observa-se em pinhão-bravo, expressiva queda do número de vezes em que a produção de cachos supera a de sequeiro, ou seja, o número de cachos por planta em pinhão-bravo aumentou, expressivamente, nas condições de sequeiro, na última avaliação com relação à primeira. Já as outras duas espécies mantiveram resultados similares nos dois períodos avaliados.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para o número de frutos por planta (NFP) das três espécies de *Jatropha* está na Tabela 34.

Nos 14 períodos avaliados (225 a 615 DAT) e sob a influência dos níveis de salinidade, foram observadas diferenças significativas no 'NFP' entre espécies (Tabela 34). Nesses períodos, o pinhão-roxo (PR) diferiu significativamente do pinhão-manso (PM) e do pinhão-bravo (PB) obtendo, as maiores médias de 'NFP', com exceção, aos 255 DAT, quando não diferiu do 'PM', mas obteve vantagem de 25 frutos por planta (médias sem transformação, Tabela 34). Também, foi constatado em pinhão-roxo, em discussão anterior, maior eficiência na produção de número de cachos por planta (NCP), refletindo em maior número de frutos por planta.

Tomando como base, a primeira avaliação, aos 225 DAT (médias sem transformação, Tabela 34), por se tratar de período representativo do primeiro ciclo produtivo das plantas (Tabela 13 – Fases fenológicas), constatou-se grande vantagem em número de frutos por planta em pinhão-roxo com produção, 202,94 e 879,94% maior do que em pinhão-manso e bravo, respectivamente. Agora, com relação ao outro extremo da produção das plantas, aos 615 DAT (médias sem transformação), observou-se, também, significativa vantagem produtiva em pinhão-roxo com produção 160,35 e 298,14% maior do que em pinhão-manso e bravo, respectivamente. Ao comparar esses resultados do número de frutos por planta, desses dois períodos, nota-se, aos 615 DAT redução da vantagem do pinhão-roxo sobre o pinhão-manso, de 202,94% para 160,35%, e expressiva diminuição da vantagem do pinhão-roxo sobre o pinhão-bravo, de 879,94% para 298,14% (Tabela 34).

Em sintonia com os resultados obtidos por espécie para as produções de número de cachos por planta (NCP), cada planta de pinhão-roxo, manso e bravo produziu em média

3.065,77, 867,25 e 480,05 frutos, durante a pesquisa, até 615 DAT, respectivamente (médias sem transformação, Tabela 34).

Tabela 33 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para num. de frutos por planta (NFP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 14 períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

FV	GL	NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA – NFP													
		225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT
(A)															
Bloco	2	0,209 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,110 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,056 ^{ns}	0,219 ^{ns}	0,274 ^{ns}	0,601 [*]	0,296 [*]	0,265 [*]	0,027 ^{ns}	0,121 ^{ns}	0,031 ^{ns}
Salinidade (CEa)	4	0,017 ^{ns}	0,050 ^{ns}	0,078 ^{ns}	0,066 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,038 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,071 ^{ns}	0,195 ^{ns}	0,112 ^{ns}	0,170 [*]	0,106 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,043 ^{ns}
Resíduo (a)	8	0,006	0,065	0,037	0,0284	0,020	0,029	0,053	0,104	0,086	0,048	0,044	0,046	0,060	0,053
Espécie (E)	2	3,711 ^{ns}	1,006 ^{ns}	3,947 ^{ns}	4,136 ^{ns}	3,728 ^{ns}	1,593 ^{ns}	5,293 ^{ns}	1,960 ^{ns}	6,634 ^{ns}	4,539 ^{ns}	14,243 ^{ns}	11,926 ^{ns}	9,246 ^{ns}	1,179 ^{ns}
CEa x E	8	0,020 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,083 [*]	0,039 ^{ns}	0,066 ^{ns}	0,131 ^{ns}	0,085 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,055 ^{ns}
Resíduo (b)	20	0,012	0,029	0,0303	0,036	0,021	0,027	0,024	0,039	0,066	0,101	0,069	0,082	0,074	0,040 ^{ns}
CV (%) a		3,51	14,26	11,40	10,61	8,55	8,32	12,02	18,88	20,35	17,22	15,21	16,68	17,13	10,49
CV (%) b		4,96	9,55	10,33	11,97	8,73	8,00	8,10	11,48	17,74	24,85	19,14	22,24	19,04	9,02
(B)															
R. linear	1	0,028 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,071 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,041 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,012 ^{ns}
R. quadr.	1	0,003 ^{ns}	0,065 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,112 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}
R. linear	1	0,016 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,050 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,622 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,029 ^{ns}
R. quadr.	1	0,025 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,089 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,064 ^{ns}	0,256 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,004 ^{ns}
R. linear	1	0,011 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,102 ^{ns}	0,068 ^{ns}
R. quadr.	1	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,228 ^{ns}	0,140 ^{ns}	0,249 ^{ns}	0,159 ^{ns}	0,475 ^{ns}	0,198 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,107 ^{ns}	0,131 ^{ns}

Continuação da Tabela 33

		Quadrados Médios													
FV	GL	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT
Bloco	2	0,170 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,090 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,087 ^{ns}	0,160 ^{ns}	0,267 [*]	0,561 ^{ns}	0,434 [*]	0,271 ^{ns}	0,066 ^{ns}	0,171 ^{ns}	0,027 ^{ns}
Tratamentos	17	0,671 ^{ns}	0,299 ^{ns}	0,619 ^{ns}	0,631 ^{ns}	0,561 ^{ns}	0,299 ^{ns}	0,698 ^{ns}	0,329 ^{ns}	1,007 ^{ns}	0,716 ^{ns}	1,826 ^{ns}	1,717 ^{ns}	1,314 ^{ns}	0,294 ^{ns}
Resíduo adicional	34	0,019	0,045	0,028	0,080	0,044	0,031	0,054	0,056	0,103	0,089	0,083	0,090	0,092	0,106
PMCEa1,20 vs Seq.	1	0,216 ^{ns}	0,958 ^{ns}	0,146 [*]	0,067 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,388 ^{ns}	0,294 [*]	0,006 ^{ns}	0,000 ^{ns}	1,320 ^{ns}	0,707 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,081 ^{ns}	0,920 ^{ns}
PMCEa1,80 vs Seq.	1	0,159 ^{ns}	0,874 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,101 ^{ns}	0,151 ^{ns}	0,371 ^{ns}	0,166 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,017 ^{ns}	1,552 ^{ns}	0,741 ^{ns}	0,208 ^{ns}	0,137 ^{ns}	0,739 [*]
PMCEa2,4 vs Seq.	1	0,204 ^{ns}	1,472 ^{ns}	0,098 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,152 ^{ns}	0,409 ^{ns}	0,328 [*]	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,993 ^{ns}	0,968 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,032 ^{ns}	1,015 ^{ns}
PMCEa3,0 vs Seq.	1	0,046 ^{ns}	1,093 ^{ns}	0,256 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,148 [*]	0,245 [*]	0,005 ^{ns}	0,001 ^{ns}	1,211 ^{ns}	0,460 [*]	0,128 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,652 [*]
PMCEa3,6 vs Seq.	1	0,136 [*]	0,789 ^{ns}	0,323 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,260 ^{ns}	0,258 [*]	0,017 ^{ns}	0,014 ^{ns}	1,414 ^{ns}	0,424 [*]	0,349 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,748 [*]
PBCEa1,20 vs Seq.	1	0,510 ^{ns}	0,074 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,324 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,264 [*]	0,015 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,203 ^{ns}	0,005 ^{ns}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	0,531 ^{ns}	0,194 [*]	0,032 ^{ns}	0,280 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,207 ^{ns}	0,218 ^{ns}	0,337 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,053 ^{ns}	0,015 ^{ns}
PBCEa2,4 vs Seq.	1	0,270 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,350 [*]	0,170 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,216 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,171 ^{ns}	0,001 ^{ns}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	0,310 ^{ns}	0,250 [*]	0,021 ^{ns}	0,476 [*]	0,115 ^{ns}	0,190 [*]	0,052 ^{ns}	0,156 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,150 ^{ns}	0,222 ^{ns}	0,043 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	0,433 ^{ns}	0,067 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,325 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,301 [*]	0,364 ^{ns}	0,180 ^{ns}	0,087 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,089 ^{ns}	0,010 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	0,038 ^{ns}	0,640 ^{ns}	0,009 ^{ns}	1,325 ^{ns}	0,176 ^{ns}	0,221 [*]	0,636 ^{ns}	0,384 [*]	0,409 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,463 [*]	0,554 [*]	0,569 [*]	0,072 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	0,000 ^{ns}	0,259 [*]	0,049 ^{ns}	0,446 [*]	0,050 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,319 [*]	0,173 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,206 ^{ns}	0,480 [*]	0,633 [*]	0,056 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	0,014 ^{ns}	0,578 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,963 ^{ns}	0,118 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,255 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,146 ^{ns}	0,015 ^{ns}
PRCEa3,0 vs Seq.	1	0,039 ^{ns}	0,901 ^{ns}	0,034 ^{ns}	1,669 ^{ns}	0,332 ^{ns}	0,171 [*]	0,746 ^{ns}	0,307 [*]	0,328 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,455 [*]	0,705 ^{ns}	1,103 ^{ns}	0,223 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	0,000 ^{ns}	0,438 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,763 ^{ns}	0,113 ^{ns}	0,102 ^{ns}	0,518 ^{ns}	0,246 [*]	0,140 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,383 [*]	0,713 ^{ns}	0,968 ^{ns}	0,196 ^{ns}
CV (%)		6,38	12,56	10,11	18,51	12,95	8,74	12,40	14,17	22,42	22,20	20,70	24,35	22,24	15,16

*Significativo (p < 0,05); **Significativo (p < 0,01); ns não significativo, teste F. Dados transformados em Logaritmo base 10 de (x)

Tabela 34 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para número de frutos por planta (NFP) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Médias								
225DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média *	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,28b (190,25)	2,22b (168,75)	2,27b (188,50)	2,07b (121,92)	2,20b (167,58)	2,21b (167,40)	83,58	Y = 2,21 ^{ns}
PB	1,75c (60,58)	1,76c (61,42)	1,59c (41,33)	1,62c (42,33)	1,70c (53,08)	1,69c (51,75)	15,58	Y = 1,69 ^{ns}
PR	2,75a (576,83)	2,61a (427,83)	2,69a (510,25)	2,76a (603,58)	2,59a (417,08)	2,68a (507,12)	437,08	Y = 2,68 ^{ns}
Média *	2,26a (275,89)	2,20a (219,33)	2,18a (246,69)	2,15a (255,94)	2,16a (212,58)	2,19 (242,09)	178,75	d.m.s. (espécies) = 0,10
255DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	1,84a (71,75)	1,81a (75,17)	2,03a (108,58)	1,90ba (81,25)	1,77ba (63,75)	1,87a (80,10)	12,25	Y = 1,87 ^{ns}
PB	1,44b (28,83)	1,57a (48,83)	1,41b (27,17)	1,63b (44,58)	1,43b (27,58)	1,50b (35,40)	17,08	Y = 1,50 ^{ns}
PR	2,05a (115,50)	1,81a (68,08)	2,01a (106,42)	2,17a (149,42)	1,93a (89,83)	1,99a (105,85)	29,92	Y = 1,99 ^{ns}
Média	1,78a (72,03)	1,73a (64,03)	1,82a (80,72)	1,90a (91,75)	1,71a (60,39)	1,79 (73,78)	19,75	d.m.s. (espécies) = 0,16
285DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	1,48b (31,92)	1,40b (29,42)	1,43b (30,42)	1,58b (39,50)	1,63b (45,75)	1,51b (35,40)	14,83	Y = 1,51 ^{ns}
PB	1,21b (17,67)	1,18b (17,00)	1,29b (19,83)	1,45b (30,08)	1,30b (20,92)	1,29c (21,10)	21,42	Y = 1,29 ^{ns}
PR	2,34a (221,17)	2,08a (122,92)	2,29a (217,00)	2,41a (262,33)	2,19a (156,92)	2,26a (196,07)	185,83	Y = 2,26 ^{ns}
Média	1,68a (90,25)	1,55a (56,44)	1,67a (89,08)	1,81a (110,64)	1,71a (74,53)	1,69 (84,19)	74,03	d.m.s. (espécies) = 0,16
315DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	1,29b (20,75)	1,25b (18,25)	1,31b (24,17)	1,32b (21,17)	1,40b (29,42)	1,31b (22,75)	32,58	Y = 1,31 ^{ns}
PB	1,24b (18,67)	1,21b (16,67)	1,26b (18,17)	1,34b (22,00)	1,24b (17,75)	1,26b (18,65)	6,00	Y = 1,26 ^{ns}
PR	2,32a (216,58)	1,93a (96,92)	2,18a (157,58)	2,44a (273,58)	2,10a (125,92)	2,19a (174,12)	58,25	Y = 2,19 ^{ns}
Média	1,62a (85,33)	1,46a (43,94)	1,58a (66,64)	1,70a (105,58)	1,58a (57,69)	1,59 (71,84)	32,28	d.m.s. (espécies) = 0,18
345DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	1,15c (16,25)	1,27b (18,75)	1,27c (19,00)	1,17c (14,83)	1,12c (14,08)	1,20c (16,58)	14,08	Y = 1,20 ^{ns}
PB	1,57b (40,17)	1,56b (36,83)	1,68b (47,67)	1,62b (42,42)	1,63b (43,00)	1,61b (42,02)	22,25	Y = 1,61 ^{ns}
PR	2,22a (168,75)	2,06a (118,08)	2,16a (156,00)	2,35a (225,33)	2,15a (145,08)	2,19a (162,65)	94,67	Y = 2,19 ^{ns}
Média	1,65a (75,06)	1,63a (57,89)	1,70a (74,22)	1,71a (94,19)	1,63a (67,39)	1,67 (73,75)	43,67	d.m.s. (espécies) = 0,13
375DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,20b (174,67)	2,19a (161,33)	2,21a (165,33)	2,00b (104,67)	2,11a (141,17)	2,14b (149,43)	50,92	Y = 2,14 ^{ns}
PB	1,58c (38,50)	1,62b (42,42)	1,76b (60,50)	1,92b (84,58)	1,63b (45,50)	1,70c (54,30)	38,00	Y = 1,70 ^{ns}
PR	2,54a (352,08)	2,11a (136,58)	2,14a (168,67)	2,50a (313,67)	2,42a (281,33)	2,34a (250,47)	179,25	Y = 2,34 ^{ns}
Média	2,11a (188,42)	1,97a (113,44)	2,04a (131,50)	2,14a (167,64)	2,05a (156,00)	2,06 (151,40)	89,39	d.m.s. (espécies) = 0,15

Continuação da Tabela 34

405DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,18a (153,75)	2,07a (125,92)	2,20a (165,08)	2,14b (153,58)	2,15a (142,33)	2,15b (148,13)	62,75	Y = 2,15 ^{ns}
PB	1,30b (24,42)	1,23b (19,50)	1,24b (19,17)	1,20c (16,08)	1,19b (16,83)	1,23c (19,20)	27,83	Y = 1,23 ^{ns}
PR	2,47a (300,75)	2,28a (197,67)	2,07a (150,67)	2,52a (337,25)	2,41a (266,25)	2,35a (250,52)	90,08	Y = 2,35 ^{ns}
Média	1,98a (159,64)	1,86a (114,36)	1,84a (111,64)	1,96a (168,97)	1,92a (141,81)	1,91 (139,28)	60,22	d.m.s. (espécies) = 0,14
435DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	1,51b (37,00)	1,48b (32,50)	1,43a (37,33)	1,50b (34,58)	1,34b (23,00)	1,45b (32,88)	31,08	Y = 1,45 ^{ns}
PB	1,64b (45,83)	1,33b (22,33)	1,60a (40,00)	1,54b (35,17)	1,67b (52,33)	1,56b (39,13)	17,33	Y = 1,56 ^{ns}
PR	2,29a (206,42)	2,13a (148,25)	1,76a (110,08)	2,24a (174,08)	2,19a (161,08)	2,12a (159,98)	66,92	Y = 2,12 ^{ns}
Média	1,81a (96,42)	1,64a (67,69)	1,60a (62,47)	1,76a (81,28)	1,73a (78,81)	1,71 (77,33)	38,44	d.m.s. (espécies) = 0,18
465DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	1,70a (51,25)	1,59a (39,67)	1,68a (48,08)	1,72a (55,08)	1,60ba (40,42)	1,66b (46,90)	64,67	Y = 1,66 ^{ns}
PB	0,60b (4,58)	0,33b (2,17)	0,79b (11,00)	0,58b (4,42)	1,19b (22,58)	0,70c (8,95)	5,00	Y = 0,70 ^{ns}
PR	2,21a (170,08)	1,68a (67,08)	1,85a (112,17)	2,15a (148,67)	1,99a (105,67)	1,97a (120,73)	87,08	Y = 1,97 ^{ns}
Média	1,50a (75,31)	1,20a (36,31)	1,44a (57,08)	1,49a (69,39)	1,59a (56,22)	1,44 (58,86)	52,25	d.m.s. (espécies) = 0,24
495DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,89b (8,33)	0,81b (6,67)	1,01a (10,33)	0,92b (8,67)	0,85b (8,75)	0,90b (8,55)	73,92	Y = 0,90 ^{ns}
PB	1,21b (18,17)	0,88b (8,17)	1,04a (11,92)	1,09b (15,00)	0,92b (9,58)	1,03b (12,57)	18,58	Y = 1,03 ^{ns}
PR	2,12a (133,17)	1,74a (71,17)	1,52a (87,83)	2,10a (131,50)	2,06a (125,92)	1,91a (109,92)	135,33	Y = 1,91 ^{ns}
Média	1,40a (53,22)	1,14a (28,67)	1,19a (36,69)	1,37a (51,72)	1,28a (48,08)	1,28 (43,68)	75,94	d.m.s. (espécies) = 0,29
525DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,45c (3,25)	0,44b (2,92)	0,34c (2,58)	0,58c (4,33)	0,61b (4,58)	0,48c (3,53)	13,92	Y = 0,48 ^{ns}
PB	1,28b (22,83)	0,88b (9,25)	1,28b (19,33)	1,53b (35,00)	1,12b (18,33)	1,22b (20,95)	24,83	Y = 1,22 ^{ns}
PR	2,55a (353,75)	2,36a (258,58)	2,11a (212,92)	2,54a (351,25)	2,50a (325,17)	2,41a (300,33)	173,33	Y = 2,41 ^{ns}
Média	1,43a (126,61)	1,23a (90,25)	1,24a (78,28)	1,55a (130,19)	1,41a (116,03)	1,37 (108,27)	70,69	d.m.s. (espécies) = 0,24
555DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,39c (3,00)	0,47b (4,25)	0,18c (1,58)	0,39c (2,50)	0,58c (3,83)	0,40c (3,03)	1,33	Y = 0,40 ^{ns}
PB	1,29b (23,17)	1,03b (11,92)	1,29b (20,08)	1,47b (29,92)	1,22b (20,33)	1,26b (21,08)	15,67	Y = 1,26 ^{ns}
PR	2,23a (169,75)	2,19a (166,00)	1,91a (140,92)	2,31a (209,58)	2,31a (207,17)	2,19a (178,68)	75,17	Y = 2,19 ^{ns}
Média	1,30a (65,31)	1,23a (60,72)	1,13a (54,19)	1,39a (80,67)	1,37a (77,11)	1,28 (68,00)	30,72	d.m.s. (espécies) = 0,26

Continuação da Tabela 34

585DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,61b (5,75)	0,68c (6,83)	0,53b (3,58)	0,56c (3,92)	0,55c (4,50)	0,59c (4,92)	2,50	Y = 0,59 ^{ns}
PB	1,62a (45,83)	1,44b (28,17)	1,59a (39,08)	1,64b (44,58)	1,50b (34,33)	1,56b (38,40)	20,92	Y = 1,56 ^{ns}
PR	2,11a (128,92)	2,14a (143,42)	1,81a (111,58)	2,35a (240,83)	2,30a (199,92)	2,14a (164,93)	58,25	Y = 2,14 ^{ns}
Média	1,45a (60,17)	1,42a (59,47)	1,31a (51,42)	1,52a (96,44)	1,45a (79,58)	1,43 (69,42)	27,22	d.m.s. (espécies) = 0,25
615DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	2,19ba (170,25)	2,11ba (138,42)	2,23a (171,83)	2,07b (118,00)	2,12b (139,75)	2,14b (147,65)	72,17	Y = 2,14 ^{ns}
PB	1,97b (99,08)	1,81b (67,42)	1,94a (89,58)	2,08b (126,58)	1,99b (100,08)	1,96b (96,55)	88,42	Y = 1,96 ^{ns}
PR	2,52a (332,92)	2,49a (337,00)	2,20a (293,50)	2,69a (494,58)	2,66a (464,00)	2,51a (384,40)	260,08	Y = 2,51 ^{ns}
Média	2,23a (200,75)	2,14a (180,94)	2,13a (184,97)	2,28a (246,39)	2,26a (234,61)	2,20 (209,53)	140,22	d.m.s. (espécies) = 0,18

Médias transformadas em Logaritmo base 10 de (x). Médias sem transformação entre parênteses. Na linha/coluna denominada "Média", não há relação logarítmica entre os valores, sendo os mesmos os valores médios dos dados internos da tabela. Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

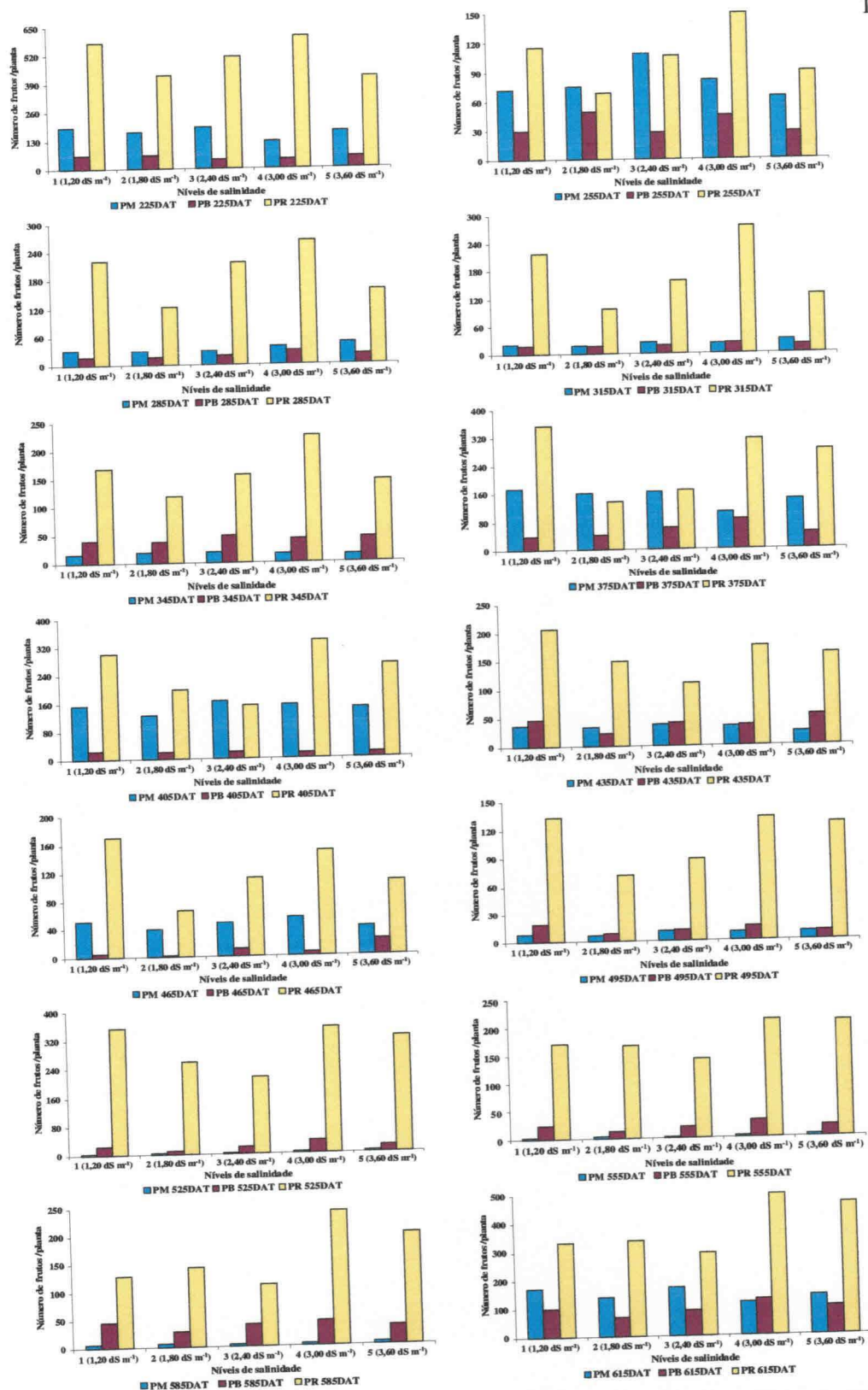


Figura 14. Valores médios do número de frutos por planta do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

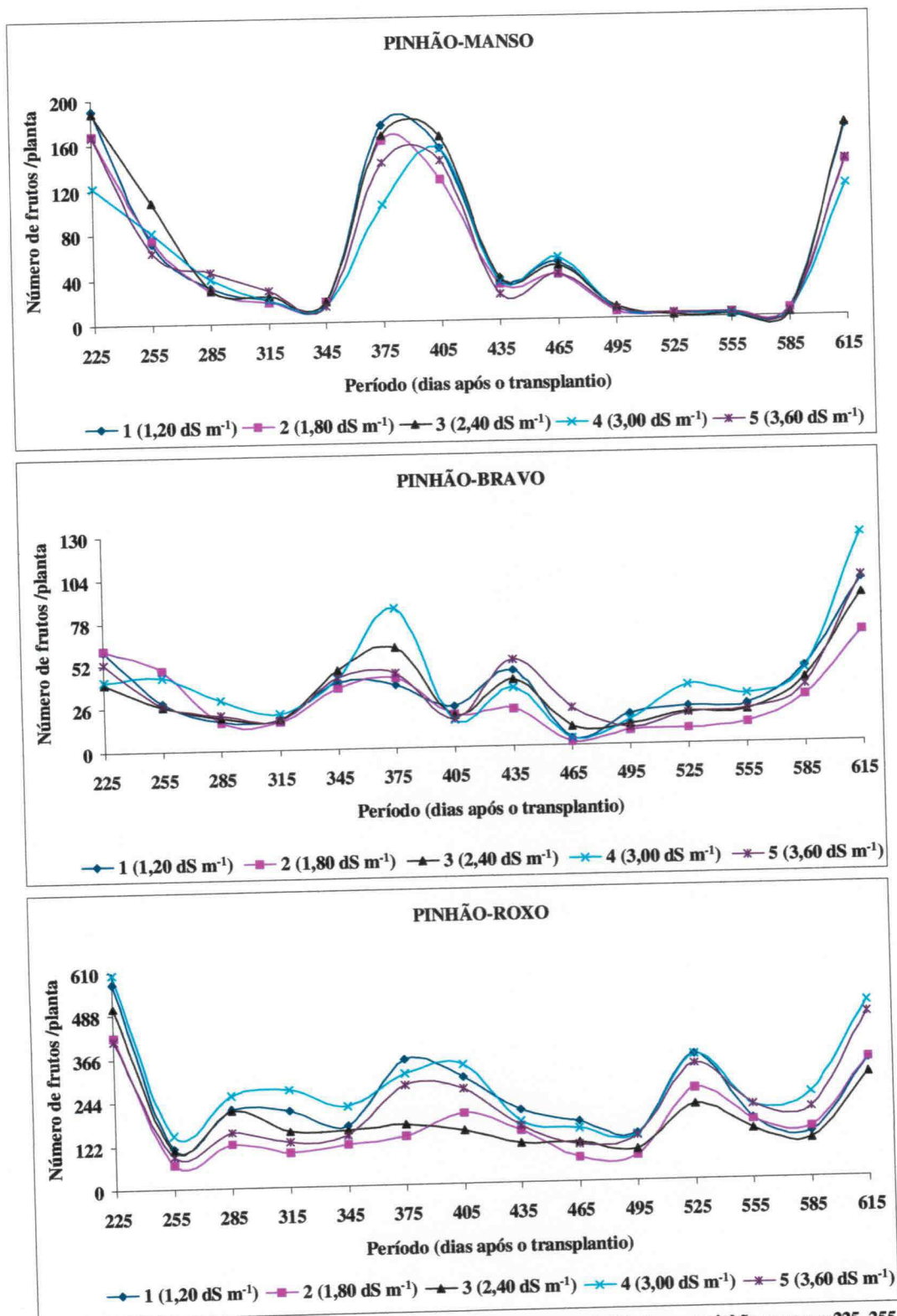


Figura 15. Evolução do número de frutos por planta do pinhão-manso, pinhão-bravo e pinhão-roxo aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Médias originais sem transformação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.4.3 Fitomassa de frutos por planta 'FFP'

O resumo da análise de variância, regressão e contraste estão na Tabela 35. Nos 14 períodos avaliados, não foram observados efeitos significativos da salinidade (CEa) sobre a fitomassa de frutos por planta (FFP). Para o fator 'E', foi constatada diferença significativa na fitomassa de frutos entre as espécies, em todas as avaliações, com exceção aos 315 DAT, sem nenhuma explicação encontrada para tal fato. Igualmente, não se registrou efeito significativo dos fatores, em interação (CEa x E); houve apenas um caso de efeito significativo, aos 465 DAT (Tabela 35).

Apesar da não ocorrência de significância em 13 dos 14 períodos de avaliação, realizou-se o desdobramento da interação (CEa x E), conforme Tabela 35. Verificou-se, na Figura 16 (225 e 255 DAT), e por meio das respectivas equações de regressão (Tabela 36), efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a fitomassa de frutos por planta (FFP) do pinhão-manso (PM) e não significativo para pinhão-bravo e pinhão-roxo. Nos demais períodos avaliativos (285 a 615 DAT), não se verificou efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a 'FFP' das três espécies de *Jatropha*, indicando, nesses casos, não haver qualquer influência da salinidade sobre a fitomassa de frutos por planta.

Constata-se, para pinhão-manso, conforme equação de regressão, Tabela 36 e pela representação gráfica, na Figura 16 (225 DAT), efeito linear decrescente dos níveis de salinidade sobre a fitomassa de frutos por planta (FFP). Analisando-se as médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 36), registrou-se, decréscimo da 'FFP', entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹), de 25,86%, equivalendo a uma redução de 127,35 g/planta. Para cada dS m⁻¹, o decréscimo foi de 10,78%, perfazendo uma redução de 53,06 g/planta. Já para pinhão-bravo e pinhão-roxo, não houve, interferência da salinidade da água de irrigação até 3,60 dS m⁻¹ sobre a fitomassa de frutos por planta.

Ainda, com relação ao pinhão-manso, verificou-se, na Figura 16 (255 DAT) e pela equação de regressão da Tabela 36, efeito quadrático da salinidade sobre a fitomassa de frutos por planta (FFP). Analisando-se as médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 36), observou-se decréscimo da 'FFP' entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹), de 11,29%, equivalendo a uma redução de 16,77 g/planta. Neste caso, também, foi constatado na Figura 16 (255 DAT) estímulo da salinidade da água de irrigação sobre a produção de fitomassa de frutos por planta (FFP) do pinhão-manso, até CEa de 2,40 dS m⁻¹, e, a partir desse nível salino, ocorreu redução da 'FFP' do pinhão-manso, sob influência da salinidade da água de irrigação, até 3,60 dS m⁻¹.

Em consonância com esta pesquisa, apenas aos 225 e 255 DAT, em pinhão-manso, Nery (2011) observou, também, influência da salinidade da água de irrigação no decréscimo do peso de frutos por planta. Plantas foram irrigadas com água de CE de 3,00 dS m⁻¹ e tiveram redução de 67,00% sobre o peso médio do fruto, quando comparadas às irrigadas com água de CE de 0,60 dS m⁻¹, correspondente à redução de 27,92% para cada unidade de aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. A redução de 67,00% verificada pela autora foi bem superior a constatada nesta pesquisa, aos 225 DAT em pinhão-manso (25,86%), mas, deve ser considerado que a pesquisa de Nery (2011) aconteceu em ambiente protegido, em toneis e sem a interferência das chuvas.

Em sintonia com discussão anterior, para número de frutos por planta (NFP) das três espécies estudadas, os efeitos não significativos da salinidade sobre a produção de fitomassa de frutos por planta (FFP), em 12 dos 14 períodos de avaliação (Figuras 16, 285 a 615 DAT), também podem ter sido influenciados por fatores externos, não controlados pela presente pesquisa.

Com relação aos contrastes, entre os cultivos de plantas das três espécies de *Jatropha*, sob níveis de salinidade e sob condições de sequeiro (Tabela 35), verificou-se efeito significativo sobre os tratamentos, em 12 dos 14 períodos, com exceção aos 315 e 435 DAT (Tabela 35). Percebe-se, em geral, nos períodos de avaliação, a inexistência de significância dos contrastes em pinhão-manso, bravo e roxo, após o desdobramento (Tabela 35), com provável interferência dos fatores climáticos, nestes resultados, conforme discussões anteriores. Como esperado, na maioria dos períodos avaliativos, a fitomassa de frutos por planta das três espécies de *Jatropha* foi superior nos tratamentos salinos (Tabela 36). Provavelmente, por causa da regular disponibilidade hídrica às plantas (100% da ETo), enquanto, nas condições de sequeiro, a disponibilidade hídrica às plantas ocorreu de forma irregular, apenas no período chuvoso.

Aos 225 DAT (Tabela 36) ocorreu uma das mais significativas produções desta pesquisa em fitomassa de frutos por planta das três espécies de pinhão, coincidindo com o início das fases produtivas das plantas (Tabela 13 – Fases fenológicas). Nesse período, na condição de maior estresse salino (3,60 dS m⁻¹), as plantas de pinhão-manso, bravo e roxo produziram 354,50, 101,19 e 108,38 g/planta, respectivamente, a mais do que nas condições de sequeiro (Tabela 36). Estendendo esta discussão para o último período de avaliação, aos 615 DAT, as plantas de pinhão-manso, bravo e roxo produziram 214,81, 34,68 e 100,16 g/planta, respectivamente, a mais do que nas condições de sequeiro. Ao comparar esses resultados dos dois períodos, constataram-se, aos 615 DAT, maior

similaridade das médias de fitomassa de frutos por planta das três espécies de *Jatropha*, nas condições salinas e de sequeiro. Isso ocorreu, porque, em geral, na última avaliação, a fitomassa de frutos por planta dessas espécies aumentou nas duas condições de cultivo (Tabela 36).

Silva (2009), quando submeteu plantas de pinhão-manso a baixa disponibilidade de água (0,25ETc), observou baixa produção de frutos (106 g) com relação aos demais níveis de reposição da água de irrigação: (0,50ETc, 339,25 g), (0,75ETc, 423 g), (1,00ETc, 849,75 g) e (1,25ETc, 2223 g). Nesta pesquisa, também, foi verificado em plantas de pinhão-manso, bravo e roxo, menor produção de fitomassa de frutos por planta, quando as plantas foram cultivadas em sequeiro, e maior quando a disponibilidade hídrica foi regular e igual a 100% da ETo. Em outra pesquisa, durante as primeiras colheitas das plantas até 225 dias após o transplantio e sem a ocorrência de chuvas, Queiroz et al. (2011) ao submeterem plantas de pinhão-manso, em condições de campo, a baixa disponibilidade de água (0,25ETo), também registraram baixa produção de frutos por planta (246,40 g planta⁻¹) com relação às demais lâminas de irrigação: (0,50ETo, 335,18 g planta⁻¹), (0,75ETo, 361,67 g planta⁻¹), (1,00ETo, 393,92 g planta⁻¹) e (1,25ETo, 424,88 g planta⁻¹).

A comparação das médias, pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade, para fitomassa de frutos por planta 'FFP', das três espécies de *Jatropha*, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação, está na Tabela 36.

Em 13 dos 14 períodos avaliados, foram observadas diferenças significativas na 'FFP', entre espécies, com exceção aos 315 DAT (Tabela 36). Em sete dos 14 períodos, aos 225, 255, 285, 375, 405, 465 e 615 DAT, o pinhão-manso, com as maiores produções de fitomassas de frutos por planta, superou significativamente o pinhão-bravo e roxo. O pinhão-bravo, em dois períodos avaliativos, aos 345 e 585 DAT, apresentou vantagem estatística sobre o pinhão-manso e roxo, com as maiores médias de 'FFP'. Apenas, aos 525 DAT, o pinhão-roxo obteve maior produção de fitomassa de frutos por planta, quando diferiu estatisticamente do pinhão-manso e bravo.

Quando obteve maior produção de fitomassa de frutos por planta, o pinhão-manso, aos 225 DAT, superou em 216,69 e 134,85% a produção do pinhão-bravo e roxo, respectivamente. Já, o pinhão-bravo, com melhor desempenho em 'FFP', aos 585 DAT, ultrapassou em 600,55 e 61,79% a produção do pinhão-manso e roxo, respectivamente. Por último, o pinhão-roxo, com superioridade em 'FFP', aos 525 DAT, superou em 1198,86 e 79,68% a produção do pinhão-manso e bravo, respectivamente (Tabela 36).

Na última avaliação, aos 615 DAT, o pinhão-manso produziu 1,50 e 2,70 vezes mais do que o pinhão-bravo e roxo, respectivamente. E o pinhão-bravo, 1,80 vezes mais do que o pinhão-roxo (Tabela 36). Dentre os períodos avaliativos, as plantas de pinhão-manso e roxo produziram mais fitomassa de frutos, aos 225 DAT, e as de pinhão-bravo, aos 615 DAT (Tabela 36).

Em geral, pelas médias da Tabela 36, o desempenho por espécie, em fitomassa de frutos por planta (FFP), obedeceu à sequência: 'PM' > 'PB' > 'PR'. Essa ordem não foi verificada para produção de número de cachos por planta (NCP) (Tabela 32) e para número de frutos por planta (NFP) (Tabela 34), quando obedeceram a sequência: 'PR' > 'PM' > 'PB'. Esse fato ocorreu porque a maior quantidade de cachos e de frutos por planta em pinhão-roxo não foi suficiente para superar a produção de fitomassa dos frutos por planta em pinhão-manso e bravo, apesar dessas espécies terem obtido menor número de cachos e de frutos por planta, em comparação ao pinhão-roxo.

Em 14 avaliações consecutivas (225 a 615 DAT), cada planta de pinhão-manso, bravo e roxo produziu em média 2.148,93, 1.259,25 e 1.088,28 g de fitomassa de frutos, respectivamente (Tabela 36).

Tabela 35 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para fitomassa de frutos por planta (FFP) do pinhão-mansão (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

FV	GL	FITOMASSA DE FRUTOS POR PLANTA – FFP (g)													
		225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT
(A)															
Bloco	2	67152,724**	442,053 ^{ns}	2626,971*	217,764 ^{ns}	165,634 ^{ns}	9733,678 ^{ns}	30373,658**	8975,090*	4499,362**	62,341 ^{ns}	2545,875 ^{ns}	1213,597 ^{ns}	536,105 ^{ns}	9564,510 ^{ns}
Salinidade (CEa)	4	7167,597 ^{ns}	2881,766 ^{ns}	1280,182 ^{ns}	736,159 ^{ns}	404,100 ^{ns}	3706,684 ^{ns}	2117,706 ^{ns}	1054,491 ^{ns}	631,174 ^{ns}	309,854 ^{ns}	2451,248 ^{ns}	584,327 ^{ns}	774,640 ^{ns}	6180,139 ^{ns}
Resíduo (a)	8	3159,414	1771,789	551,855	473,492	561,144	5852,456	3433,452	1656,747	330,005	169,937	1287,294	998,631	1016,536	9690,261
Espécie (E)	2	372252,900**	70733,787**	7336,870**	12,765 ^{ns}	12611,436**	333669,560**	387795,460**	3213,358*	24191,262**	1008,650**	41283,843**	16242,193**	28983,191**	257077,715**
CEa x E	8	7508,809 ^{ns}	1871,780 ^{ns}	392,657 ^{ns}	489,257 ^{ns}	508,253 ^{ns}	8329,951 ^{ns}	1810,940 ^{ns}	1380,404 ^{ns}	726,442*	122,281 ^{ns}	1231,589 ^{ns}	401,248 ^{ns}	801,125 ^{ns}	11902,921 ^{ns}
Resíduo (b)	20	3993,095	1642,125	890,868	549,510	435,097	9111,615	4888,633	863,884	268,195	131,534	1180,048	761,135	987,469	11560,692
CV (%) a		22,58	43,17	33,17	39,77	35,86	37,30	37,54	59,24	37,29	43,03	57,98	66,78	53,07	34,83
CV (%) b		25,39	41,56	42,14	42,85	31,58	46,54	44,79	42,78	33,62	37,85	55,51	58,30	52,31	38,04
(B)															
R. linear	1	30407,200*	527,102 ^{ns}	2901,030 ^{ns}	452,564 ^{ns}	287,495 ^{ns}	22069,714 ^{ns}	388,512 ^{ns}	938,114 ^{ns}	60,634 ^{ns}	8,523 ^{ns}	24,174 ^{ns}	0,994 ^{ns}	65,979 ^{ns}	20592,676 ^{ns}
R. quadr.	1	676,648 ^{ns}	12119,987*	446,555 ^{ns}	30,652 ^{ns}	353,626 ^{ns}	2565,117 ^{ns}	144,857 ^{ns}	422,434 ^{ns}	22,689 ^{ns}	17,967 ^{ns}	22,426 ^{ns}	28,537 ^{ns}	6,303 ^{ns}	2319,349 ^{ns}
R. linear	1	2730,348 ^{ns}	256,259 ^{ns}	357,834 ^{ns}	13,723 ^{ns}	370,797 ^{ns}	748,201 ^{ns}	902,996 ^{ns}	1813,363 ^{ns}	2538,648 ^{ns}	224,790 ^{ns}	597,997 ^{ns}	160,222 ^{ns}	179,879 ^{ns}	12250,494 ^{ns}
R. quadr.	1	2633,875 ^{ns}	614,716 ^{ns}	89,265 ^{ns}	3,822 ^{ns}	181,834 ^{ns}	2367,002 ^{ns}	175,073 ^{ns}	5630,659 ^{ns}	528,666 ^{ns}	6,295 ^{ns}	191,317 ^{ns}	56,029 ^{ns}	71,449 ^{ns}	0,089 ^{ns}
R. linear	1	654,734 ^{ns}	22,707 ^{ns}	1,038 ^{ns}	52,087 ^{ns}	79,577 ^{ns}	34,069 ^{ns}	58,520 ^{ns}	321,507 ^{ns}	44,360 ^{ns}	119,800 ^{ns}	170,694 ^{ns}	610,925 ^{ns}	2336,595 ^{ns}	6085,322 ^{ns}
R. quadr.	1	2,813 ^{ns}	78,392 ^{ns}	53,675 ^{ns}	48,364 ^{ns}	1,390 ^{ns}	6258,846 ^{ns}	2832,943 ^{ns}	1037,935 ^{ns}	121,176 ^{ns}	100,998 ^{ns}	6134,709 ^{ns}	890,929 ^{ns}	245,678 ^{ns}	3700,412 ^{ns}

Quadrados Médios

Continuação da Tabela 35

		Quadrados Médios													
(C)		345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT				
FV	GL	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT
Bloco	2	53477,775**	294,183 ^{ns}	2054,987 ^{ns}	193,531 ^m	353,592 ^m	9164,982 ^m	21463,999*	8865,729 ^m	1819,804 ^{ns}	341,294 ^m	1911,239 ^m	725,814 ^{ns}	277,655 ^{ns}	9874,508 ^{ns}
Tratamentos	17	67923,942**	12106,371**	1732,016*	847,194 ^m	2379,501**	50173,694**	51502,644**	1862,870 ^m	4980,515*	2729,086**	6264,718 ^m	2586,436**	4665,327**	44758,829**
Resíduo adicional	34	4075,564	1422,615	700,895	465,941	428,086	7079,142	4751,785	993,064	833,533	483,131	1341,236	789,759	926,850	12368,442
PMCEa1,20 vs Seq.	1	305530,100**	25381,210**	4793,461*	149,002 ^m	434,350 ^m	151228,426**	66438,013**	179,525 ^{ns}	1283,929 ^m	25032,500**	701,353 ^m	32,713 ^m	156,366 ^m	152042,369**
PMCEa1,80 vs Seq.	1	229986,682**	28801,082**	4031,597*	280,714 ^m	1125,592 ^m	112753,783**	31023,412*	1,297 ^m	4865,523*	27125,961 ^m	829,080 ^m	121,860 ^m	313,493 ^m	63627,223*
PMCEa2,4 vs Seq.	1	301755,286**	68166,437**	5142,154*	0,602 ^m	1081,384 ^m	126486,624**	81778,705**	166,111 ^m	1988,168 ^m	25036,376**	865,441 ^m	0,011 ^{ns}	24,563 ^m	137377,372**
PMCEa3,0 vs Seq.	1	106800,042**	31509,956**	9805,892**	76,184 ^{ns}	216,600 ^m	35728,167*	71556,576**	46,984 ^m	869,047 ^m	25775,571**	591,232 ^m	9,933 ^{ns}	58,531 ^m	34246,815 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	188505,375**	16833,866**	12474,336**	57,227 ^{ns}	127,697 ^m	87717,787**	54807,484**	617,120 ^{ns}	4182,816*	24657,988**	539,412 ^m	73,081 ^m	71,415 ^m	69210,708*
PBCEa1,20 vs Seq.	1	24131,310*	1048,346 ^m	109,141 ^m	2642,641*	3109,016*	3990,229 ^m	72,523 ^m	4433,602*	109,739 ^m	3,330 ^m	255,976 ^{ns}	615,296 ^{ns}	7285,741**	741,482 ^m
PBCEa1,80 vs Seq.	1	22729,184*	1089,184 ^m	326,344 ^m	1285,099 ^m	1823,178*	78,120 ^m	61,376 ^m	23,325 ^{ns}	191,874 ^m	1083,533 ^{ns}	3929,089 ^m	260,700 ^m	791,891 ^m	4239,510 ^m
PBCEa2,4 vs Seq.	1	7681,966 ^m	752,192 ^m	23,285 ^{ns}	2709,800*	8678,446**	5767,860 ^m	101,929 ^m	3064,560 ^m	212,891 ^{ns}	303,028 ^m	318,136 ^m	152,309 ^m	3744,502 ^{ns}	671,407 ^m
PBCEa3,0 vs Seq.	1	9355,971 ^m	7748,664*	309,027 ^m	2736,643*	3332,327**	21121,480 ^{ns}	574,673 ^m	684,161 ^{ns}	92,669 ^m	39,990 ^m	990,735 ^m	1723,815 ^m	6946,204**	23073,921 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	15361,148 ^m	518,196 ^m	50,692 ^{ns}	2238,802*	4868,371 ^m	650,417 ^m	289,398 ^m	10718,827**	1913,520 ^m	1016,602 ^{ns}	1277,209 ^m	102,507 ^m	1828,411 ^{ns}	1803,707 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	40289,898**	1516,542 ^{ns}	742,371 ^m	4359,432**	1892,861*	7122,882 ^m	10427,503 ^m	4386,429*	882,336 ^m	162,969 ^{ns}	6654,006*	2624,623 ^{ns}	1426,967 ^{ns}	4334,669 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	18643,915*	294,420 ^m	93,063 ^m	199,066 ^m	336,750 ^m	9,805 ^{ns}	2921,185 ^{ns}	1587,627 ^m	0,184 ^m	8,354 ^m	590,835 ^m	1614,088 ^m	1782,271 ^{ns}	2469,293 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	2523,195*	1859,616 ^{ns}	590,438 ^{ns}	1403,010 ^m	1201,901 ^m	59,724 ^m	1337,728 ^{ns}	642,114 ^{ns}	195,625 ^{ns}	52,451 ^{ns}	1,109 ^{ns}	990,735 ^{ns}	766,592 ^m	780,900 ^m
PRCEa3,0 vs Seq.	1	46353,186**	2683,512 ^m	1683,040 ^m	5979,358**	3691,728**	3960,884 ^m	11193,120 ^m	1976,172 ^m	548,170 ^m	296,947 ^m	5341,360 ^m	3496,920*	6588,895*	12204,962 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	17619,337*	726,220 ^m	9,300 ^m	694,235 ^m	1041,747 ^m	3351,207 ^m	7189,882 ^m	1925,325 ^{ns}	115,896 ^m	223,260 ^m	5153,870 ^m	4814,400*	5233,307*	15046,035 ^{ns}
CV (%)		29,77	43,90	39,82	42,49	34,25	45,21	48,54	48,99	57,74	57,97	59,34	63,70	55,85	42,08

*Significativo (p < 0,05); **Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 36 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para fitomassa de frutos por planta (FFP) (g) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Médias								
225DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	497,53a	437,78a	494,73a	313,05a	400,71a	428,76a	46,21	Y = 556,11 - 53,06x R ² = 0,4343 ^a
PB	161,89b	158,15b	106,62b	114,03b	136,25b	135,39b	35,06	Y = 135,39 ^{ns}
PR	208,46b	156,06b	175,02b	220,36ba	152,95b	182,57b	44,57	Y = 182,57 ^{ns}
Média	289,30a	250,66a	258,79a	215,81a	229,97a	248,91	41,95	d.m.s. (espécies) = 58,40
255DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	157,62a	166,11a	240,72a	172,48a	133,48a	174,08a	27,54	Y = -46,97 + 219,51x - 47,19x ² R ² = 0,6560 ^a
PB	70,27b	70,78b	66,23b	115,71ba	62,42ba	77,08b	43,84	Y = 77,08 ^{ns}
PR	44,11b	26,33b	47,53b	54,61b	34,32b	41,38b	12,32	Y = 41,38 ^{ns}
Média	90,67a	87,74a	118,16a	114,27a	76,74a	97,51	27,90	d.m.s. (espécies) = 37,45
285DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	84,86a	80,18a	86,88a	109,19a	119,53a	96,13a	28,33	Y = 96,13 ^{ns}
PB	50,36a	44,14a	54,95a	73,24a	53,08b	55,15b	58,89	Y = 55,15 ^{ns}
PR	69,42a	39,29a	67,01a	80,67a	49,66b	61,21b	47,17	Y = 61,21 ^{ns}
Média	68,21a	54,54a	69,61a	87,70a	74,09a	70,83	44,80	d.m.s. (espécies) = 27,59
315DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	48,73a	45,02a	59,33a	51,57a	64,87a	53,90a	58,70	Y = 53,90 ^{ns}
PB	58,67a	45,97a	59,20a	59,41a	55,33a	55,72a	16,69	Y = 55,72 ^{ns}
PR	72,28a	29,89a	48,96a	81,51a	39,89a	54,51a	18,37	Y = 54,51 ^{ns}
Média	59,89a	40,29a	55,83a	64,16a	53,36a	54,71	31,25	d.m.s. (espécies) = 21,67
345DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	42,26b	52,64a	52,10b	37,26b	34,47b	43,74b	25,25	Y = 43,74 ^{ns}
PB	92,24a	81,58a	122,78a	93,85a	103,69a	98,83a	46,72	Y = 98,83 ^{ns}
PR	60,14ba	39,60a	52,93b	74,23ba	50,97b	55,57b	24,62	Y = 55,57 ^{ns}
Média	64,88a	57,94a	75,93a	68,45a	63,04a	66,05	32,19	d.m.s. (espécies) = 19,28
375DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	434,81a	391,46a	407,67a	271,62a	359,11a	372,93a	117,29	Y = 372,93 ^{ns}
PB	154,13b	109,77b	164,56b	221,21a	123,37b	154,61b	102,55	Y = 154,61 ^{ns}
PR	122,39b	50,93b	59,79b	104,87a	100,75b	87,75b	53,48	Y = 87,75 ^{ns}
Média	237,11a	184,05a	210,68a	199,23a	194,41a	205,10	91,11	d.m.s. (espécies) = 88,22
405DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	351,43a	284,79a	374,47a	359,39a	332,12a	340,44a	140,97	Y = 340,44 ^{ns}
PB	59,93b	46,58b	44,73b	33,40b	39,08b	44,74b	52,98	Y = 44,74 ^{ns}
PR	103,91b	64,66b	50,39b	106,91b	89,76b	83,13b	20,53	Y = 83,13 ^{ns}
Média	171,75a	132,01a	156,53a	166,57a	153,66a	156,10	71,49	d.m.s. (espécies) = 64,62

Continuação da Tabela 36

435DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	83,38a	71,51a	82,97a	78,04a	52,16b	73,61ba	72,44	Y = 73,61 ^{ns}
PB	92,76a	42,33a	83,59a	59,75a	122,92a	80,27a	38,39	Y = 80,27 ^{ns}
PR	70,45a	48,90a	37,06a	52,67a	52,20b	52,25b	16,37	Y = 52,25 ^{ns}
Média	82,20a	54,25a	67,87a	63,48a	75,76a	68,71	42,40	d.m.s. (espécies) = 27,17
465DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	105,34a	77,65a	98,19a	110,53a	81,79a	94,70a	134,60	Y = 94,70 ^{ns}
PB	8,02c	5,26b	28,49b	8,71b	52,29ba	20,55b	16,57	Y = 20,55 ^{ns}
PR	42,36b	18,45b	29,52b	37,22b	26,89b	30,89b	18,10	Y = 30,89 ^{ns}
Média	51,91a	33,79a	52,07a	52,15a	53,66a	48,71	56,42	d.m.s. (espécies) = 15,14
495DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	23,01a	17,72a	23,00a	21,11a	23,98a	21,76b	152,19	Y = 21,76 ^{ns}
PB	44,28a	18,89a	31,56a	40,61a	19,74a	31,01ba	45,77	Y = 31,01 ^{ns}
PR	40,49a	27,71a	35,98a	44,14a	42,27a	38,12a	30,07	Y = 31,93 ^{ns}
Média	35,93a	21,44a	30,18a	35,28a	28,66a	30,30	76,01	d.m.s. (espécies) = 10,60
525DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	8,73b	6,84b	6,33a	10,50b	11,39b	8,75c	30,35	Y = 8,75 ^{ns}
PB	66,64b	28,53ba	65,14a	105,41a	50,53b	63,25b	79,71	Y = 63,25 ^{ns}
PR	139,14a	92,38a	73,39a	132,21a	131,15a	113,65a	72,53	Y = 113,65 ^{ns}
Média	71,50a	42,58a	48,29a	82,70a	64,35a	61,88	60,86	d.m.s. (espécies) = 31,75
555DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	9,54b	13,88a	4,96a	7,44b	11,85b	9,53b	4,87	Y = 9,53 ^{ns}
PB	71,12a	37,68a	60,94a	84,77a	59,13ba	62,73a	50,86	Y = 62,73 ^{ns}
PR	70,47a	61,44a	54,34a	76,92a	85,29a	69,69a	28,64	Y = 69,69 ^{ns}
Média	50,38a	37,67a	40,08a	56,38a	52,09a	47,32	28,12	d.m.s. (espécies) = 25,50
585DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	16,45b	20,70a	10,29b	12,49b	13,14b	14,61c	6,24	Y = 14,61 ^{ns}
PB	122,93a	76,21a	103,20a	121,28a	88,15a	102,35a	53,23	Y = 102,35 ^{ns}
PR	51,45b	55,08a	43,21ba	86,88a	79,67a	63,26b	20,60	Y = 63,26 ^{ns}
Média	63,61a	50,66a	52,23a	73,55a	60,32a	60,07	26,69	d.m.s. (espécies) = 29,04
615DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	495,79a	383,37a	480,04a	328,51a	392,22a	415,99a	177,41	Y = 415,99 ^{ns}
PB	270,01b	194,62ba	268,94ba	371,81a	282,46a	277,57b	247,78	Y = 277,57 ^{ns}
PR	146,56b	133,38b	115,62b	183,01a	192,96a	154,30c	92,80	Y = 154,30 ^{ns}
Média	304,12a	237,12a	288,20a	294,44a	289,21a	282,62	172,66	d.m.s. (espécies) = 99,38

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

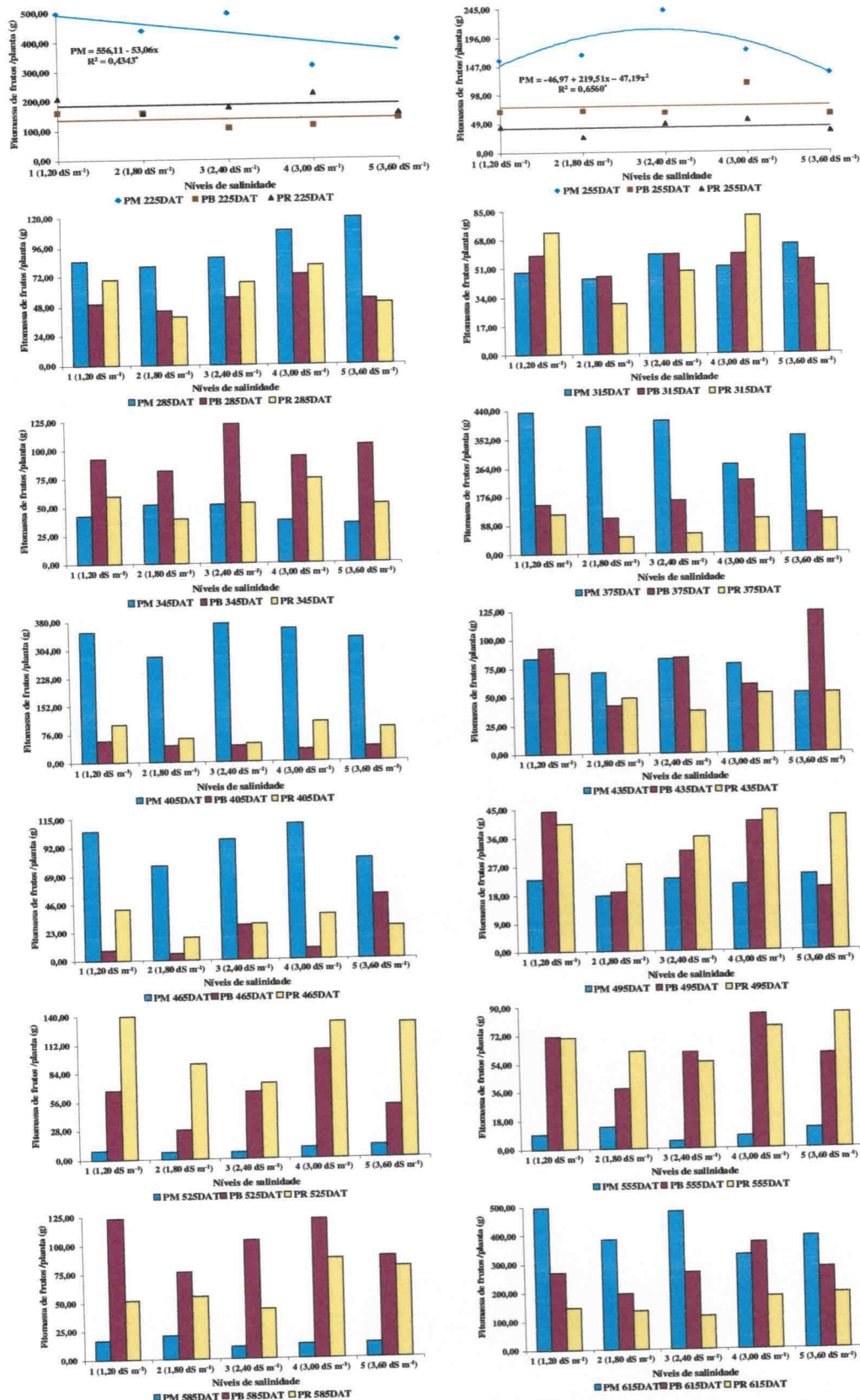


Figura 16. Valores médios da fitomassa de frutos por planta (g) do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.4.4 Fitomassa de sementes por planta 'FSP'

Nos 14 períodos avaliados, não foi observado efeito significativo da salinidade (CEa) e da interação (CEa x E) sobre a fitomassa de sementes por planta (FSP). Em relação ao fator espécie 'E', variou significativamente ($P < 0,01$) a 'FSP', entre elas, nos 14 períodos avaliados (Tabela 37).

Na Tabela 37, constataram-se casos isolados da influência significativa da salinidade sobre as espécies, após o desdobramento da interação (CEa x E). De posse, das equações de regressão, por período de avaliação (Tabela 38), e, pela representação gráfica da Figura 17 (225, 255 e 285 DAT), registrou-se efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a 'FSP' do pinhão-manso. Nos demais períodos avaliativos não foi verificado efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a produção de fitomassa de sementes por planta das três espécies de *Jatropha*. Como discutido, anteriormente, as oscilações climáticas, durante a fase experimental, provavelmente, contribuíram com esses resultados.

Em pinhão-manso, na Figura 17 (225 DAT), constatou-se efeito linear decrescente, dos níveis de salinidade sobre a fitomassa de sementes por planta (FSP). Com o auxílio das médias estimadas pela equação de regressão, aos 225 DAT (Tabela 38), registrou-se decréscimo da 'FSP', entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), de 25,70%, gerando uma redução de 85,78 g/planta. Por dS m^{-1} , o decréscimo foi de 10,71%, com uma redução de 35,74 g/planta. Para pinhão-bravo e pinhão-roxo, não foi constatada, influência dos níveis de salinidade, até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, sobre a produção de fitomassa de sementes por planta (FSP).

Ainda, para pinhão-manso, aos 255 DAT, Figura 17 (255 DAT) e respectiva equação de regressão (Tabela 38), houve efeito polinomial de 2º grau (quadrático), da salinidade, sobre a fitomassa de sementes por planta (FSP). Ao analisar as médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 38), observou-se a ocorrência de decréscimo da 'FSP', entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$) de 11,40%, correspondendo a uma redução de 12,04 g/planta. Observou-se, ainda, pela Figura 17 (255 DAT), contribuição da salinidade no aumento na produção de fitomassa de sementes por planta do pinhão-manso, até a condutividade elétrica da água de irrigação $2,40 \text{ dS m}^{-1}$. Desse ponto, em diante, até o nível de salinidade de $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, constata-se significativa influência da salinidade na redução da produção de 'FSP' do pinhão-manso. Também, na Figura 17 (255 DAT), não foi verificada, influência dos níveis crescentes de salinidade, até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, sobre a produção de fitomassa de sementes por planta 'FSP' das espécies de pinhão-bravo e de pinhão-roxo.

Ao analisar a fitomassa de sementes por planta (FSP) do pinhão-manso, na Figura 17 (285 DAT), e conforme equação de regressão (Tabela 38), observou-se uma nova tendência, inesperada: houve efeito linear crescente da salinidade sobre a 'FSP' do 'PM'. Por meio das médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 38), notou-se acréscimo da 'FSP', entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$) de 55,75%, correspondendo a 27,75 g/planta, e, para cada dS m^{-1} , o acréscimo foi de 23,23%, equivalendo a 11,56 g/planta. Para as outras duas espécies estudadas, pinhão-bravo e pinhão-roxo, não foi verificada influência dos níveis de salinidade, até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, sobre a produção de fitomassa de sementes por planta (FSP).

Provavelmente, esse acréscimo significativo, na produção de fitomassa de sementes por planta (FSP) do pinhão-manso, aos 285 DAT, ocorreu por causa da lixiviação do 'NaCl' aplicado no solo via irrigação, causada por chuvas de 115,10 mm, registradas até 285 DAT, num solo franco-arenoso (Figuras 1, 2 e Tabelas 5 e 12). A ocorrência de mais chuvas durante a pesquisa provavelmente contribuiu com a ausência de efeito salino sobre a produção de fitomassa de sementes por planta (FSP) das três espécies de *Jatropha*, Figura 17 (315 a 615 DAT).

Diante dessa constatação, Rhoades et al. (2000) citam que o controle da salinidade, influenciada pela lixiviação é conseguido mais facilmente em solos permeáveis de textura grossa, como observado nesta pesquisa, e a prevenção da acumulação excessiva de sais é geralmente mais difícil em solos de textura fina, estratificados e de baixa permeabilidade. Outro fator verificado nesta pesquisa pode ter contribuído para esses resultados, como os altos percentuais de umidade relativa do ar (UR) registrados durante a fase experimental da pesquisa, sempre maiores que 70%, minimizando assim os efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas. Com relação a isso, e de acordo com Rhoades et al. (2000), o clima é o fator que mais afeta a tolerância aos sais; muitas culturas podem tolerar grande estresse salino se o tempo for frio e úmido, em vez de quente e seco. O referido autor, também, cita que a produção é mais reduzida por efeito da salinidade quando a umidade da atmosfera é baixa, não sendo o caso desta pesquisa, quando a umidade atmosférica média foi em torno de 80% (Figura 1).

Rodrigues Filho (2011), corroborando a presente pesquisa, apenas, nos poucos casos isolados em pinhão-manso, aos 225 e 255 DAT, verificou efeito decrescente da salinidade sobre o rendimento de sementes por planta. O autor observou que no ano de 2008 as maiores condutividades elétricas (CE) da água de irrigação contribuíram para diminuição do rendimento, diferença esta que atingiu 29,5% entre os rendimentos obtidos com a menor ($0,60$

dS m⁻¹) e a maior (5,40 dS m⁻¹) salinidade. Em 2009, também, inferiu curva descendente, isto é, o rendimento decresceu com o aumento da CE, onde a diferença entre os rendimentos obtidos com a menor e a maior CE foi de 63,7%; e por último, no ano de 2010, registrou que a curva de rendimento comportou-se da mesma forma que nos anos anteriores, e a diferença nos rendimentos obtidos entre a menor e a maior CE foi de 72,9%. Na presente pesquisa, só foi constatada influência da salinidade sobre a produção de sementes por planta em pinhão-manso, no primeiro ano da pesquisa em 2009, aos 225 e 255 DAT, com decréscimos de até 25,70%, aos 225 DAT.

Veras et al. (2011) observaram que o pinhão-manso pode ser classificado como tolerante à salinidade, com produção de sementes favorecida até 4,0 dS m⁻¹ e, que a maior produção de sementes é obtida com água salina de 2,28 dS m⁻¹. Em geral, nesta pesquisa, a salinidade não afetou a produção de sementes até 3,60 dS m⁻¹.

Nery (2011) estimou que o peso médio da semente reduziu em 49,44%, nas plantas irrigadas com água de 3,00 dS m⁻¹, comparadas às irrigadas com água de 0,60 dS m⁻¹. Valor maior do que o verificado nesta pesquisa, 34,59%, aos 225 DAT, em pinhão-manso. Lembrando que a pesquisa da referida autora foi executada em ambiente protegido e as plantas cultivadas em toneis, o que, provavelmente, contribuiu em maior efeito salino do que quando em pesquisa de campo.

Com relação aos contrastes, entre os tratamentos salinos e na condição de sequeiro, verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$) sobre os tratamentos, nos 14 períodos avaliados (Tabela 37).

De acordo com o desdobramento dos contrastes para fitomassa de sementes por planta, das três espécies de *Jatropha* (Tabela 37), constatou-se, em geral, ausência de significância dos mesmos, com mais contrastes significativos observados em pinhão-manso. Na Tabela 38, observou-se, na maioria dos contrastes, entre os tratamentos salinos e em sequeiro, produção de fitomassa de sementes por planta (FSP) maior nos tratamentos salinos, com discrepâncias mais acentuadas em pinhão-manso. A regularidade no fornecimento de água, via irrigação (100% da ETo) nos tratamentos salinos e a irregularidade (dependência das chuvas), nas condições de sequeiro, favoreceram esses resultados.

Na Tabela 38, no primeiro período de avaliação, aos 225 DAT, correspondente às primeiras produções de sementes por planta (FSP), conforme fases fenológicas das espécies (Tabela 13), as plantas de pinhão-manso, bravo e roxo, no nível de salinidade (3,60 dS m⁻¹) produziram 249,98, 20,90 e 33,35 g planta⁻¹, respectivamente, a mais do que nas condições de sequeiro. Em outro período representativo em 'FSP', aos 615 DAT (última avaliação) e

considerando o nível de maior concentração salina, o pinhão-manso, bravo e roxo produziram 134,61, 0,94 e 34,35 g planta⁻¹, respectivamente, a mais do que em sequeiro. Ou seja, aos 615 DAT, 390 dias após a primeira avaliação (225 DAT), houve redução das discrepâncias, entre as médias de 'FSP' das duas condições de cultivo' para as três espécies de *Jatropha*, chamando mais atenção o fato das plantas de pinhão-bravo terem produzido, no maior nível de salinidade testado na pesquisa (3,60 dS m⁻¹), apenas 0,94 g planta⁻¹ a mais do que em sequeiro, com similar produção de sementes, nas duas condições de cultivo e similar capacidade em produzir sementes em condições salinas (3,60 dS m⁻¹ com lâmina de 100% da ETo) e em baixa disponibilidade hídrica (sequeiro). Essa constatação, também foi verificada em discussão anterior para fitomassa de frutos por planta.

Silva (2009), quando submeteu plantas de pinhão-manso a baixa disponibilidade de água (0,25ETc), observou baixa produção de sementes com relação aos demais níveis de reposição da água de irrigação: (0,50ETc, 0,75ETc, 1,00ETc e 1,25ETc). Nesta pesquisa, também, foi constatado em pinhão-manso, bravo e roxo menor produção de sementes, entre as condições de sequeiro e os demais níveis de salinidade da água de irrigação: (1,20, 1,80, 2,40, 3,0 e 3,60 dS m⁻¹), sob irrigação com 100% da ETo.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para fitomassa de sementes por planta (FSP), das três espécies de *Jatropha*, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação, está na Tabela 38.

Foram observadas diferenças significativas na fitomassa de sementes por planta (FSP), entre espécies, em 13 dos 14 períodos avaliados, com exceção, aos 315 DAT (Tabela 38). Em 10 avaliações (225, 255, 285, 345, 375, 405, 435, 465, 495 e 615 DAT), o pinhão-manso diferiu significativamente do pinhão-bravo e roxo, obtendo as maiores médias de 'FSP'. Nesses períodos, com exceção, aos 495 DAT, o pinhão-bravo e roxo, com médias similares, não diferem entre si. Com diferenças significativas das outras duas espécies, plantas de pinhão-roxo obtiveram os melhores desempenhos em produção de sementes por planta, aos 525 e 555 DAT (Tabela 38).

Detendo a maior produção de fitomassa de sementes por planta, o pinhão-manso produziu, nas primeiras colheitas, aos 225 DAT, 1064,76 e 432,19% a mais do que o pinhão-bravo e roxo, respectivamente. Agora, com relação às produções de fitomassa de frutos por plantas, nas últimas colheitas da pesquisa, aos 615 DAT, o pinhão-manso produziu 420,99 e 442,57% a mais do que o pinhão-bravo e roxo, respectivamente. Comparando esses resultados dos dois períodos, verifica-se, no final da pesquisa, uma redução significativa da vantagem da produção de 'FSP' em pinhão-manso sobre pinhão-bravo, passou de 1064,76% para 420,99%.

Já com relação ao pinhão-roxo, a vantagem do pinhão-manso aumentou em 10,38% (Tabela 38).

Com base nas médias de fitomassa de sementes por planta (FSP), sob influência dos níveis de salinidade (Tabela 38), os melhores desempenhos em 'FSP' obedeceram à sequência: 'PM' > 'PR' > 'PB'. Em discussão anterior, constatou-se a sequência: 'PM' > 'PB' > 'PR', para a produção de fitomassa de frutos por planta (FFP) (Tabela 36). Com relação a essas sequências, o que chamou mais atenção foi o fato do fruto de pinhão-bravo ser mais pesado do que o de pinhão-roxo e apresentar fitomassa de sementes por planta menor do que a do pinhão-roxo. Provavelmente, a explicação esteja no peso das cascas dos frutos das duas espécies.

Em 14 períodos avaliativos (225 a 615 DAT), cada planta de pinhão-manso, roxo e bravo produziu em média 1.477,82, 334,72 e 216,70 g de fitomassa de sementes, respectivamente (Tabela 38).

Tabela 37 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para fitomassa de sementes por planta (FSP) do pinhão-mansão (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 14 períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

FV	GL	FITOMASSA DE SEMENTES POR PLANTA – FSP (g)													
		225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT
(A)															
Bloco	2	11410,603*	329,607 ^{ms}	932,156*	105,799 ^{ms}	41,395 ^{ms}	6248,509 ^{ms}	11561,994*	1867,281*	1038,851 ^{ms}	24,542 ^{ms}	219,613 ^{ms}	92,494 ^{ms}	74,806 ^{ms}	8120,177 ^{ms}
Salinidade (CEa)	4	2363,107 ^{ms}	914,943 ^{ms}	218,467 ^{ms}	83,375 ^{ms}	23,141 ^{ms}	1399,181 ^{ms}	737,259 ^{ms}	94,262 ^{ms}	157,421 ^{ms}	19,026 ^{ms}	184,289 ^{ms}	43,005 ^{ms}	35,894 ^{ms}	1615,096 ^{ms}
Resíduo (a)	8	1411,620	785,912	138,832	117,755	50,052	2328,291	1445,753	390,660	46,443	11,144	60,136	68,613	60,730	2099,989
Espécie (E)	2	318391,854**	62342,034**	12854,032**	2551,866**	951,639**	267312,656**	254576,869**	7438,024**	19576,149**	346,410**	3383,494**	1306,427**	461,282**	258922,698**
CEa x E	8	2871,604 ^{ms}	836,743 ^{ms}	153,811 ^{ms}	57,708 ^{ms}	70,819 ^{ms}	2541,330 ^{ms}	655,441 ^{ms}	148,010 ^{ms}	129,261 ^{ms}	5,546 ^{ms}	83,095 ^{ms}	26,812 ^{ms}	54,128 ^{ms}	2913,464 ^{ms}
Resíduo (b)	20	1899,694	702,900	310,234	171,476	50,930	3566,081	2930,114	366,659	129,116	12,278 ^{ms}	80,262	66,013	73,642	4048,612
CV (%) a		30,43	55,89	38,92	52,19	35,27	46,44	41,36	73,52	26,03	36,04	46,47	63,11	51,68	35,64
CV (%) b		35,30	52,86	58,18	62,98	35,58	57,47	58,88	71,23	43,40	37,83	53,69	61,91	56,91	49,48
(B)															
R. linear	1	13795,354*	271,683 ^{ms}	1443,659*	98,428 ^{ms}	147,408 ^{ms}	10694,387 ^{ms}	58,968 ^{ms}	466,339 ^{ms}	30,907 ^{ms}	7,252 ^{ms}	11,669 ^{ms}	0,337 ^{ms}	37,274 ^{ms}	9717,120 ^{ms}
R. quadr.	1	1383,110 ^{ms}	6544,512**	259,558 ^{ms}	0,674 ^{ms}	151,088 ^{ms}	932,674 ^{ms}	148,746 ^{ms}	317,845 ^{ms}	19,326 ^{ms}	8,017 ^{ms}	13,840 ^{ms}	14,455 ^{ms}	4,212 ^{ms}	646,801 ^{ms}
R. linear	1	1,098 ^{ms}	9,919 ^{ms}	13,831 ^{ms}	0,406 ^{ms}	30,785 ^{ms}	45,880 ^{ms}	20,402 ^{ms}	27,610 ^{ms}	50,700 ^{ms}	9,599 ^{ms}	24,734 ^{ms}	11,781 ^{ms}	11,631 ^{ms}	598,533 ^{ms}
R. quadr.	1	32,807 ^{ms}	8,105 ^{ms}	0,493 ^{ms}	4,410 ^{ms}	1,078 ^{ms}	92,709 ^{ms}	13,328 ^{ms}	204,955 ^{ms}	10,281 ^{ms}	0,023 ^{ms}	12,399 ^{ms}	4,842 ^{ms}	11,566 ^{ms}	113,423 ^{ms}
R. linear	1	123,546 ^{ms}	0,456 ^{ms}	5,092 ^{ms}	1,361 ^{ms}	6,524 ^{ms}	8,311 ^{ms}	4,532 ^{ms}	40,973 ^{ms}	5,084 ^{ms}	9,442 ^{ms}	7,590 ^{ms}	59,333 ^{ms}	220,540 ^{ms}	649,791 ^{ms}
R. quadr.	1	0,151 ^{ms}	2,736 ^{ms}	0,163 ^{ms}	6,537 ^{ms}	0,342 ^{ms}	588,901 ^{ms}	313,022 ^{ms}	81,371 ^{ms}	6,318 ^{ms}	5,082 ^{ms}	658,862 ^{ms}	121,686 ^{ms}	31,790 ^{ms}	533,146 ^{ms}

Continuação da Tabela 37

		Quadrados Médios													
(C)		225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT
FV	GL														
Blocco	2	8745,910 [*]	301,215 ^{ns}	758,965 [*]	109,999 ^{ns}	100,628 ^{ns}	5369,840 ^{ns}	8022,861 ^{ns}	2095,049 ^{ns}	246,654 ^{ns}	228,590 ^{ns}	211,642 ^{ns}	71,559 ^{ns}	59,093 ^{ns}	7382,552 ^{ns}
Tratamentos	17	44561,658 ^{**}	8693,938 ^{**}	1767,508 ^{**}	505,766 ^{**}	202,354 ^{**}	35372,207 ^{**}	32701,168 ^{**}	1258,347 ^{**}	3492,082 ^{**}	1671,259 ^{**}	492,644 ^{**}	197,857 ^{**}	123,681 [*]	34471,334 ^{**}
Resíduo adicional	34	1670,228	605,197	225,588	135,808	54,176	2736,581	2517,089	339,363	374,182	184,067	90,024	62,782	63,393	4151,331
PMCEa1,20 vs Seq.	1	145807,035 ^{**}	13969,340 ^{**}	2074,272 ^{**}	83,403 ^{ns}	178,215 ^{ns}	71737,974 ^{**}	33488,010 ^{**}	60,293 ^{ns}	743,929 ^{ns}	12961,413 ^{**}	334,656 ^{ns}	15,649 ^{ns}	80,081 ^{ns}	61870,353 ^{**}
PMCEa1,80 vs Seq.	1	110546,656 ^{**}	16235,442 ^{**}	1689,746 ^{**}	122,673 ^{ns}	459,725 ^{**}	54897,361 ^{**}	15612,121 [*]	0,742 ^{ns}	2770,491 [*]	13901,869 ^{**}	397,720 [*]	56,059 ^{ns}	151,202 ^{ns}	27272,738 [*]
PMCEa2,4 vs Seq.	1	131006,971 ^{**}	36862,114 ^{**}	2153,478 ^{**}	0,614 ^{ns}	447,207 ^{**}	62846,994 ^{**}	40891,968 ^{**}	129,178 ^{ns}	1137,127 ^{ns}	12902,916 ^{**}	428,077 [*]	0,014 ^{ns}	11,016 ^{ns}	58156,384 ^{**}
PMCEa3,0 vs Seq.	1	48942,602 ^{**}	17683,339 ^{**}	4336,282 ^{**}	47,208 ^{ns}	67,872 ^{ns}	16632,135 [*]	35530,893 ^{**}	12,995 ^{ns}	450,667 ^{ns}	13188,282 ^{**}	288,982 ^{ns}	4,472 ^{ns}	25,379 ^{ns}	12648,205 ^{ns}
PMCEa3,6 vs Seq.	1	93732,501 ^{**}	9405,792 ^{**}	5723,299 ^{**}	0,020 ^{ns}	40,664 ^{ns}	41978,916 ^{**}	25538,850 ^{**}	346,408 ^{ns}	2420,0417 [*]	12627,094 ^{**}	254,281 ^{ns}	35,917 ^{ns}	33,088 ^{ns}	27181,124 [*]
PBCEa1,20 vs Seq.	1	600,400 ^{ns}	8,544 ^{ns}	6,827 ^{ns}	133,199 ^{ns}	49,421 ^{ns}	92,512 ^{ns}	0,077 ^{ns}	173,559 ^{ns}	2,381 ^{ns}	0,968 ^{ns}	28,384 ^{ns}	5,078 ^{ns}	176,475 ^{ns}	36,605 ^{ns}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	585,884 ^{ns}	17,442 ^{ns}	11,426 ^{ns}	33,370 ^{ns}	17,103 ^{ns}	3,481 ^{ns}	7,482 ^{ns}	3,168 ^{ns}	4,682 ^{ns}	18,621 ^{ns}	159,238 ^{ns}	21,660 ^{ns}	16,934 ^{ns}	754,209 ^{ns}
PBCEa2,4 vs Seq.	1	332,419 ^{ns}	1,067 ^{ns}	2,815 ^{ns}	96,641 ^{ns}	131,321 ^{ns}	91,416 ^{ns}	22,815 ^{ns}	69,496 ^{ns}	5,134 ^{ns}	0,770 ^{ns}	27,563 ^{ns}	0,313 ^{ns}	59,032 ^{ns}	136,708 ^{ns}
PBCEa3,0 vs Seq.	1	593,816 ^{ns}	146,422 ^{ns}	2,369 ^{ns}	125,127 ^{ns}	55,207 ^{ns}	899,150 ^{ns}	32,017 ^{ns}	24,482 ^{ns}	2,667 ^{ns}	0,173 ^{ns}	23,167 ^{ns}	35,917 ^{ns}	111,802 ^{ns}	165,270 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	655,006 ^{ns}	6,161 ^{ns}	0,836 ^{ns}	91,182 ^{ns}	134,237 ^{ns}	9,805 ^{ns}	14,947 ^{ns}	305,021 ^{ns}	37,851 ^{ns}	19,620 ^{ns}	71,968 ^{ns}	0,589 ^{ns}	38,964 ^{ns}	1,307 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	3995,904 ^{ns}	197,341 ^{ns}	171,307 ^{ns}	363,482 ^{ns}	196,082 ^{ns}	700,056 ^{ns}	1207,002 ^{ns}	496,314 ^{ns}	82,733 ^{ns}	12,936 ^{ns}	496,496 [*]	271,623 [*]	125,127 ^{ns}	560,667 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	2106,001 ^{ns}	36,359 ^{ns}	0,049 ^{ns}	11,732 ^{ns}	32,713 ^{ns}	0,075 ^{ns}	316,681 ^{ns}	223,138 ^{ns}	2,926 ^{ns}	0,064 ^{ns}	5,134 ^{ns}	173,559 ^{ns}	179,307 ^{ns}	224,115 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	2276,433 ^{ns}	205,803 ^{ns}	90,249 ^{ns}	107,357 ^{ns}	130,294 ^{ns}	9,728 ^{ns}	166,954 ^{ns}	103,252 ^{ns}	24,807 ^{ns}	4,824 ^{ns}	16,434 ^{ns}	97,204 ^{ns}	71,139 ^{ns}	102,507 ^{ns}
PRCEa3,0 vs Seq.	1	4326,072 ^{ns}	278,665 ^{ns}	185,482 ^{ns}	532,795 ^{ns}	348,691 [*]	437,590 ^{ns}	1262,950 ^{ns}	234,250 ^{ns}	54,240 ^{ns}	29,704 ^{ns}	314,795 ^{ns}	293,161 [*]	532,795 ^{**}	1238,119 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	1668,334 ^{ns}	89,707 ^{ns}	14,947 ^{ns}	62,921 ^{ns}	107,781 ^{ns}	374,776 ^{ns}	798,107 ^{ns}	223,138 ^{ns}	14,045 ^{ns}	17,476 ^{ns}	310,608 ^{ns}	534,493 ^{**}	526,407 ^{**}	1769,884 ^{ns}
CV (%)		38,74	56,76	54,65	58,22	39,80	56,30	60,36	71,58	70,13	94,20	54,98	65,01	58,28	54,02

*Significativo (p < 0,05); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 38 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para fitomassa de sementes por planta (FSP) (g) do pinhão-mansó (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Médias								
225DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	340,74a	300,44a	324,50a	209,60a	278,94a	290,84a	28,96	$Y = 376,62 - 35,74x$ $R^2 = 0,4398^*$
PB	25,89b	25,65b	20,77b	25,78b	26,78b	24,97b	5,88	$Y = 24,97^{ns}$
PR	63,24b	49,10b	50,59b	65,33b	44,98b	54,65b	11,63	$Y = 54,65^{ns}$
Média	143,29a	125,06a	131,95a	100,24	116,90a	123,49	15,49	d.m.s. (espécies) = 40,28
255DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	112,09a	119,62a	172,35a	124,16a	94,77a	124,60a	15,58	$Y = -38,13 + 161,42x - 34,67x^2$ $R^2 = 0,6780^{**}$
PB	11,45b	12,47b	9,91b	18,94b	11,09b	12,77b	9,06	$Y = 12,77^{ns}$
PR	14,67b	8,13b	14,92b	16,83b	10,94b	13,10b	3,20	$Y = 13,10^{ns}$
Média	46,07a	46,74a	65,72a	53,31a	38,93a	50,16	9,28	d.m.s. (espécies) = 24,50
285DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	55,99a	52,37a	56,70a	72,57a	80,58a	63,64a	18,80	$Y = 35,89 + 11,56x$ $R^2 = 0,8016^*$
PB	7,92b	7,30b	8,69b	11,31b	9,31b	8,91b	10,05	$Y = 8,91^{ns}$
PR	22,39ba	11,88b	19,46b	22,82b	14,86b	18,28b	11,70	$Y = 18,28^{ns}$
Média	28,77a	23,85a	28,28a	35,57a	34,91a	30,28	13,52	d.m.s. (espécies) = 16,28
315DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	32,38a	30,79a	40,48a	34,23a	39,72a	35,52a	39,83	$Y = 35,52^{ns}$
PB	12,30a	7,60a	10,91b	12,01a	10,68b	10,70a	2,88	$Y = 10,70^{ns}$
PR	21,29a	8,52a	14,19ba	24,57a	12,20b	16,16a	5,73	$Y = 16,16^{ns}$
Média	21,99a	15,64a	21,86a	23,60a	20,87a	20,79	16,15	d.m.s. (espécies) = 12,10
345DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	28,52a	35,12a	34,88a	24,34a	22,82a	29,14a	17,62	$Y = 29,14^{ns}$
PB	13,19b	10,83b	16,81b	13,52a	16,91a	14,25b	7,45	$Y = 14,25^{ns}$
PR	18,39ba	11,63b	16,28b	22,20a	15,43a	16,79b	6,96	$Y = 16,79^{ns}$
Média	20,03a	19,19a	22,66a	20,02a	18,39a	20,06	10,67	d.m.s. (espécies) = 6,60
375DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	299,28a	271,90a	285,28a	185,89a	247,88a	258,05a	80,59	$Y = 258,05^{ns}$
PB	26,23b	19,90b	26,18b	42,86b	20,93b	27,22b	18,38	$Y = 27,22^{ns}$
PR	36,59b	15,21b	17,53b	32,07b	30,79b	26,44b	14,99	$Y = 26,44^{ns}$
Média	120,70a	102,34a	109,67a	86,94a	99,87a	103,90	37,99	d.m.s. (espécies) = 55,19
405DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	251,12a	203,72a	266,81a	255,61a	232,18a	241,89a	101,70	$Y = 241,89^{ns}$
PB	9,25b	7,24b	5,58b	4,86b	6,32b	6,65b	9,48	$Y = 6,65^{ns}$
PR	34,51b	20,67b	16,69b	35,16b	29,21b	27,25b	6,14	$Y = 27,25^{ns}$
Média	98,29a	77,21a	96,36a	98,54a	89,24a	91,93	39,11	d.m.s. (espécies) = 50,03

Continuação da Tabela 38

435DAT									
Níveis de salinidade						Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)				
PM	58,29a	51,25a	61,23a	54,90a	36,76a	52,49a	51,95	Y = 52,49 ^{ns}	
PB	15,32b	6,02b	11,37b	8,60b	18,82a	12,03b	4,56	Y = 12,03 ^{ns}	
PR	21,65ba	15,66ba	11,76b	15,96ba	15,66a	16,14b	3,46	Y = 16,14 ^{ns}	
Média	31,75a	24,31a	28,12a	26,49a	23,75a	26,89	19,99	d.m.s. (espécies) = 17,70	
465DAT									
Níveis de salinidade						Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)				
PM	75,58a	54,87a	70,32a	80,52a	57,68a	67,79a	97,85	Y = 67,79 ^{ns}	
PB	1,07b	0,56b	4,18b	1,00b	7,35b	2,83b	2,33	Y = 2,83 ^{ns}	
PR	10,96b	4,93b	7,60b	9,54b	6,59b	7,92b	3,53	Y = 7,92 ^{ns}	
Média	29,20a	20,12a	27,36a	30,35a	23,88a	26,18	34,57	d.m.s. (espécies) = 10,50	
495DAT									
Níveis de salinidade						Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)				
PM	14,58a	11,27a	14,79a	13,77a	15,79a	14,04a	107,53	Y = 14,04 ^{ns}	
PB	6,71b	2,38b	5,19b	5,57b	2,29b	4,43c	5,90	Y = 4,43 ^{ns}	
PR	9,78ba	6,64ba	8,64ba	11,30ba	10,26a	9,32b	6,85	Y = 9,32 ^{ns}	
Média	10,36a	6,76a	9,54a	10,21a	9,45a	9,26	40,10	d.m.s. (espécies) = 3,24	
525DAT									
Níveis de salinidade						Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)				
PM	5,19b	3,84b	3,23a	6,25b	7,11b	5,12b	20,13	Y = 5,12 ^{ns}	
PB	11,31b	5,36b	11,38a	19,59b	8,74b	11,28b	15,66	Y = 11,28 ^{ns}	
PR	42,73a	26,39a	21,23a	39,03a	38,93a	33,66a	24,54	Y = 33,66 ^{ns}	
Média	19,75a	11,86a	11,95a	21,62a	18,26a	16,69	20,11	d.m.s. (espécies) = 8,28	
555DAT									
Níveis de salinidade						Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)				
PM	5,43b	8,31a	2,29a	3,92b	7,09b	5,41b	2,20	Y = 5,41 ^{ns}	
PB	11,69ba	6,05a	9,39a	14,74ba	10,47b	10,47b	9,84	Y = 10,47 ^{ns}	
PR	23,93a	21,23a	18,52a	24,45a	29,35a	23,50a	10,47	Y = 23,50 ^{ns}	
Média	13,68a	11,86a	10,07a	14,37a	15,64a	13,13	7,50	d.m.s. (espécies) = 7,51	
585DAT									
Níveis de salinidade						Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)				
PM	10,53a	13,26a	5,93a	7,34b	7,92b	9,00b	3,22	Y = 9,00 ^{ns}	
PB	20,39a	12,91a	15,82a	18,18ba	14,64ba	16,39ba	9,55	Y = 16,39 ^{ns}	
PR	16,08a	17,88a	13,83a	25,79a	25,68a	19,85a	6,94	Y = 19,85 ^{ns}	
Média	15,67a	14,68a	11,86a	17,10a	16,08a	15,08	6,57	d.m.s. (espécies) = 7,93	
615DAT									
Níveis de salinidade						Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)				
PM	331,12a	262,87a	324,93a	219,86a	262,64a	280,29a	128,03	Y = 280,29 ^{ns}	
PB	53,95b	36,47b	49,35b	69,39b	59,83b	53,80b	58,89	Y = 53,80 ^{ns}	
PR	50,42b	43,31b	39,35b	59,81b	65,43b	51,66b	31,08	Y = 51,66 ^{ns}	
Média	145,16a	114,22a	137,88a	116,35a	129,30a	128,58	72,67	d.m.s. (espécies) = 58,81	

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

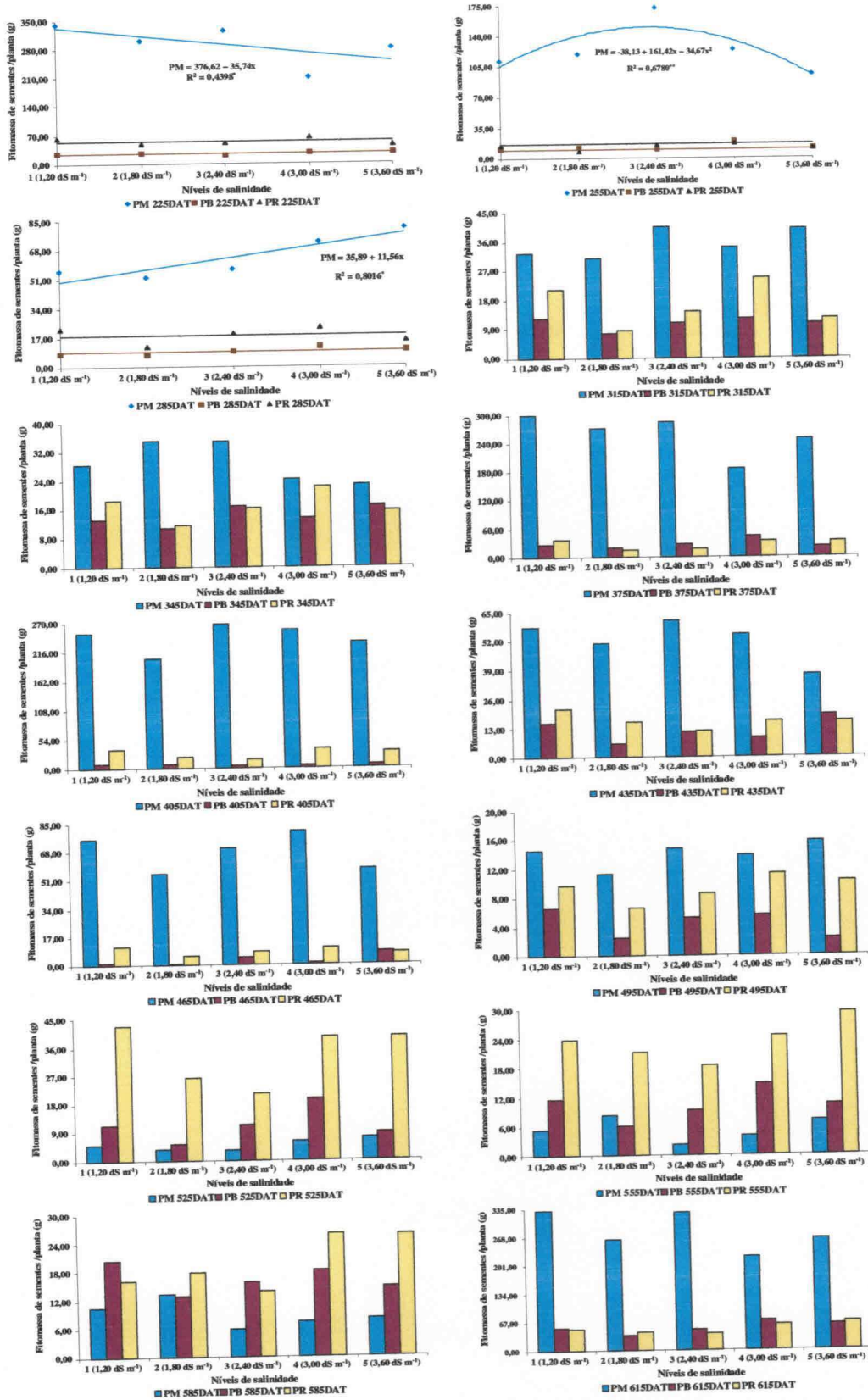


Figura 17. Valores médios da fitomassa de sementes por planta (g) do pinhão-mansô (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.4.5 Relação semente / fruto 'S/F'

O resumo da análise de variância, os estudos de regressão e os contrastes para relação semente / fruto por planta (S/F), das três espécies de *Jatropha* estudadas, estão na Tabela 39. Não foi verificado, nos períodos avaliados, efeito significativo da salinidade (CEa) sobre 'S/F' e, com relação a interação (CEa x E) ocorreu influência salina em espécie, apenas, aos 345 DAT, após o desdobramento. Quanto ao fator espécie (E), ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) sobre a 'S/F', em todos os períodos avaliados (Tabela 39). A não observância de efeito da salinidade e da interação (CEa x E) sobre a relação semente / fruto das espécies estudadas, em 13 dos 14 períodos avaliados, reflete provável influência das condições climáticas, durante a fase experimental, conforme discussões anteriores, para outras variáveis desta pesquisa.

Em caso isolado, de acordo com a Figura 18 (345 DAT) e respectiva equação de regressão (Tabela 40), constatou-se efeito linear decrescente dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a relação semente/fruto (S/F), apenas em pinhão-manso. Os níveis crescentes de salinidade até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$ não influenciaram a relação semente / fruto das outras duas espécies. Por meio das médias estimadas pela equação de regressão, aos 345 DAT (Tabela 40), registrou-se esse decréscimo linear da 'R/F', em pinhão-manso, entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), de 7,80%, e de 3,25% por dS m^{-1} .

Não se encontrou na literatura pesquisada nenhuma referência bibliográfica abordando a variável 'relação semente / fruto por planta' em espécies de *Jatropha* e também em outras culturas.

Pela Tabela 39, observam-se, para os contrastes das espécies estudadas, tratamentos significativos ($P < 0,01$) nos 14 períodos avaliados, mas, feito o desdobramento, entre os tratamentos salinos e em sequeiro, em geral, constataram-se, contrastes não significativos, indicando a ocorrência de médias similares para relação semente / fruto por planta, nas duas condições de cultivo, com valores maiores nas condições salinas, devido, provavelmente, a regular disponibilidade hídrica às plantas, via irrigação (100% da ETo), enquanto, em sequeiro, ocorreu irregularidade hídrica às plantas, por causa da dependência do período chuvoso.

Na Tabela 40, na primeira avaliação, aos 225 DAT, quando ocorreu significativa colheita de frutos, em plena primeira fase produtiva das espécies estudadas (Tabela 13), notam-se, nos cinco níveis de salinidade, maiores médias de relação semente / fruto nas espécies de *Jatropha*, com relação à condição de sequeiro. No nível mais concentrado em NaCl, $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, observaram-se, relação semente / fruto em pinhão-manso, bravo e roxo,

29,07, 24,67 e 17,20% maior do que em sequeiro, respectivamente. Para outro período, com expressiva produção de frutos, aos 615 DAT (última colheita), também, no nível mais salino, constataram-se, relação semente / fruto por planta em pinhão-manso e roxo, 4,15 e 8,71% maior do que em sequeiro, respectivamente, e para pinhão-bravo ocorreu resultado inverso, ou seja, relação semente / fruto por planta, 14,29% maior em sequeiro, demonstrando um diferencial dessa espécie em condições adversas de baixa disponibilidade hídrica. Por esses resultados, a relação semente / fruto por planta das três espécies de *Jatropha* aumenta na condição de sequeiro com relação a primeira avaliação (225 DAT).

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, da relação semente/fruto por planta, das três espécies de *Jatropha*, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, está na Tabela 40.

Foram observadas diferenças significativas na relação semente / fruto por planta, entre as três espécies, nos 14 períodos avaliados (Tabela 40). Nas 14 avaliações, as espécies estudadas diferem entre si, sendo pinhão-manso com as maiores médias, pinhão-roxo com médias intermediárias e pinhão-bravo com médias menores, ou seja, o “ranking” dos melhores desempenhos em relação semente / fruto por planta e por espécie obedeceu à sequência: ‘PM’ > ‘PR’ > ‘PB’ (Tabela 40). Em consonância com resultados discutidos anteriormente, para fitomassa de sementes por planta, observou-se a mesma sequência de desempenho.

Tomando como referência a primeira (225 DAT) e a última avaliação (615 DAT), com expressivas produções de frutos para as três espécies de *Jatropha*, sob influência dos níveis de salinidade, o pinhão-manso obteve média de relação semente / fruto por planta 271,04 e 127,85% maior do que em pinhão-bravo e roxo, respectivamente, aos 225 DAT. Com base na última avaliação, o pinhão-manso atingiu valor de relação semente / fruto por planta 249,74 e 114,97% maior do que em pinhão-bravo e roxo, respectivamente. Nota-se, entre a primeira e a última avaliação, redução da vantagem do pinhão-manso sobre as outras duas espécies de *Jatropha*.

Apesar dos frutos de pinhão-bravo e roxo serem deiscentes e explodirem suas cápsulas na maturação final, a colheita dos mesmos foi realizada quando estavam maduros. Com relação aos frutos de pinhão-manso, que são semideiscentes, ou seja, as sementes permanecem nas cápsulas na maturação final, também foram colhidos maduros e secos em estufa elétrica. Esse tipo de secagem pode ter contribuído com a redução do peso das sementes dos frutos dessas espécies de *Jatropha*, diminuindo as médias de S/F.

Marcos Filho (2005) explica que a determinação do ponto ideal de colheita é um aspecto importante, pois a colheita tardia pode causar perda de sementes, principalmente quando a cultivar plantada possui algum grau de deiscência e a colheita precoce pode prejudicar a qualidade da semente, já que estas ainda não teriam alcançado seu ápice de potencial fisiológico.



Tabela 39 Resumos das análises de variância (A), comp. de reg. polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os trat. salinos e sequeiro (C) para relação semente / fruto por planta (S/F) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, em 14 períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

FV	GL	RELAÇÃO SEMENTE / FRUTO POR PLANTA (S/F)													
		225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615 DAT
(A)															
Bloco	2	0,002 ^{ns}	0,001*	0,006 ^{ns}	0,004*	0,005*	0,000 ^{ns}	0,002*	0,004 ^{ns}	0,004*	0,004 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Salinidade (CEa)	4	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,003*	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Resíduo (a)	8	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001
Espécie (E)	2	1,009 ^{**}	1,189 ^{**}	0,929 ^{**}	0,889 ^{**}	1,034 ^{**}	1,081 ^{**}	1,246 ^{**}	1,195 ^{**}	1,463 ^{**}	1,076 ^{**}	0,502 ^{**}	0,479 ^{**}	0,568 ^{**}	0,943 ^{**}
CEa x E	8	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Resíduo (b)	20	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,004	0,001
CV (%) a		8,39	3,40	11,57	7,64	8,53	4,59	5,71	9,87	7,00	16,90	8,29	12,52	13,01	7,77
CV (%) b		8,55	6,01	10,39	11,81	8,26	6,23	6,58	9,94	12,63	15,72	14,47	14,03	18,04	8,46
(B)															
R. linear	1	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,005*	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,000 ^{ns}
R. quadr.	1	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}
R. linear	1	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}
R. quadr.	1	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}
R. linear	1	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}
R. quadr.	1	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}

Continuação da Tabela 39

		Quadrados médios															
(C)	FV	GL	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	555	585	615	DAT
	Bloco	2	0,004 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 [*]	0,005 [*]	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
	Tratamentos	17	0,136 ^{ns}	0,154 ^{**}	0,134 ^{ns}	0,132 ^{**}	0,145 ^{**}	0,152 ^{**}	0,174 ^{**}	0,178 ^{**}	0,208 ^{**}	0,161 ^{**}	0,077 ^{**}	0,064 ^{**}	0,077 ^{**}	0,128 ^{**}	
	Resíduo adicional	34	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	0,003	0,004	0,002	
	PMCEa1,20 vs Seq.	1	0,034 ^{**}	0,049 ^{**}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,010 [*]	0,009 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
	PMCEa1,80 vs Seq.	1	0,032 ^{**}	0,049 ^{**}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,016 ^{**}	0,011 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,002 ^{ns}	
	PMCEa2,4 vs Seq.	1	0,023 ^{**}	0,050 ^{**}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,024 ^{**}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
	PMCEa3,0 vs Seq.	1	0,025 ^{**}	0,050 ^{**}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
	PMCEa3,6 vs Seq.	1	0,038 ^{**}	0,047 ^{**}	0,000 ^{ns}	0,010 [*]	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,037 ^{**}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
	PBCEa1,20 vs Seq.	1	0,001 ^{ns}	0,004 [*]	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,004 ^{ns}	
	PBCEa1,80 vs Seq.	1	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,004 ^{ns}	
	PBCEa2,4 vs Seq.	1	0,001 ^{ns}	0,004 [*]	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,004 [*]	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}	
	PBCEa3,0 vs Seq.	1	0,005 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,004 ^{ns}	
	PBCEa3,6 vs Seq.	1	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	
	PRCEa1,20 vs Seq.	1	0,004 ^{ns}	0,019 ^{**}	0,009 [*]	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,016 ^{**}	0,014 [*]	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,000 ^{ns}	
	PRCEa1,80 vs Seq.	1	0,006 ^{ns}	0,010 ^{**}	0,004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,017 ^{**}	0,006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	
	PRCEa2,4 vs Seq.	1	0,002 ^{ns}	0,011 ^{**}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,005 [*]	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,000 ^{ns}	
	PRCEa3,0 vs Seq.	1	0,002 ^{ns}	0,011 ^{**}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,010 ^{**}	0,005 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000 ^{ns}	
	PRCEa3,6 vs Seq.	1	0,003 ^{ns}	0,010 ^{**}	0,003 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,014 ^{**}	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
	CV (%)		10,90	7,40	10,67	11,38	9,31	5,79	6,59	9,36	12,99	15,23	12,99	16,30	19,28	11,67	

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ns não significativo, pelo teste F

Tabela 40 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para relação semente / fruto por planta (S/F) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, em vários períodos de avaliação. Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

Médias								
225DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,687a	0,683a	0,660a	0,667a	0,697a	0,679a	0,540	Y = 0,68 ^{ns}
PB	0,180c	0,160c	0,180c	0,210c	0,187c	0,183c	0,150	Y = 0,18 ^{ns}
PR	0,303b	0,313b	0,290b	0,290b	0,293b	0,298b	0,250	Y = 0,30 ^{ns}
Média	0,390a	0,386a	0,377a	0,389a	0,392a	0,387	0,310	d.m.s. (espécies) = 0,031
255DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,710a	0,710a	0,713a	0,713a	0,707a	0,711a	0,530	Y = 0,71 ^{ns}
PB	0,157c	0,163c	0,160c	0,180c	0,177c	0,167c	0,210	Y = 0,17 ^{ns}
PR	0,333b	0,303b	0,307b	0,307b	0,303b	0,311b	0,220	Y = 0,31 ^{ns}
Média	0,400a	0,392a	0,393a	0,400a	0,396a	0,396	0,320	d.m.s. (espécies) = 0,022
285DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,620a	0,617a	0,633a	0,643a	0,660a	0,635a	0,660	Y = 0,63 ^{ns}
PB	0,133c	0,143c	0,143c	0,150c	0,177c	0,149c	0,170	Y = 0,15 ^{ns}
PR	0,323b	0,300b	0,283b	0,283b	0,293b	0,297b	0,250	Y = 0,30 ^{ns}
Média	0,359a	0,353a	0,353a	0,359a	0,377a	0,360	0,360	d.m.s. (espécies) = 0,035
315DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,650a	0,683a	0,667a	0,643a	0,600a	0,649a	0,680	Y = 0,65 ^{ns}
PB	0,213b	0,170b	0,180b	0,190c	0,187c	0,188c	0,170	Y = 0,19 ^{ns}
PR	0,290b	0,250b	0,247b	0,300b	0,323b	0,282b	0,270	Y = 0,28 ^{ns}
Média	0,384a	0,368a	0,364a	0,378a	0,370a	0,373	0,370	d.m.s. (espécies) = 0,041
345DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,683a	0,670a	0,667a	0,630a	0,637a	0,657a	0,640	Y = 0,711 - 0,022x R ² = 0,8475 [*]
PB	0,147c	0,133c	0,140c	0,147c	0,160c	0,145c	0,160	Y = 0,15 ^{ns}
PR	0,297b	0,290b	0,293b	0,300b	0,320b	0,300b	0,280	Y = 0,30 ^{ns}
Média	0,376a	0,364a	0,367a	0,359a	0,372a	0,368	0,360	d.m.s. (espécies) = 0,028
375DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,683a	0,693a	0,700a	0,677a	0,683a	0,687a	0,680	Y = 0,69 ^{ns}
PB	0,180c	0,183c	0,160c	0,193c	0,170c	0,177c	0,180	Y = 0,18 ^{ns}
PR	0,293b	0,277b	0,273b	0,300b	0,290b	0,287b	0,280	Y = 0,29 ^{ns}
Média	0,386a	0,384a	0,378a	0,390a	0,381a	0,384	0,380	d.m.s. (espécies) = 0,022
405DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	0,707a	0,710a	0,710a	0,703a	0,700a	0,706a	0,700	Y = 0,71 ^{ns}
PB	0,140c	0,147c	0,127c	0,147c	0,163c	0,145c	0,180	Y = 0,14 ^{ns}
PR	0,333b	0,310b	0,270b	0,330b	0,317b	0,312b	0,300	Y = 0,31 ^{ns}
Média	0,393a	0,389a	0,369a	0,393a	0,393a	0,388	0,390	d.m.s. (espécies) = 0,024

Continuação da Tabela 40

435DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,663a	0,697a	0,700a	0,697a	0,693a	0,690a	0,710	Y = 0,69 ^{ns}
PB	0,163c	0,147c	0,143c	0,143c	0,157c	0,151c	0,120	Y = 0,15 ^{ns}
PR	0,290b	0,293b	0,247b	0,267b	0,283b	0,276b	0,190	Y = 0,28 ^{ns}
Média	0,372a	0,379a	0,363a	0,369a	0,378a	0,372	0,340	d.m.s. (espécies) = 0,034
465DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,703a	0,700a	0,713a	0,670a	0,697a	0,697a	0,690	Y = 0,70 ^{ns}
PB	0,113c	0,090c	0,113b	0,110c	0,133b	0,112c	0,140	Y = 0,11 ^{ns}
PR	0,247b	0,213b	0,197b	0,210b	0,203b	0,214b	0,150	Y = 0,21 ^{ns}
Média	0,354a	0,334a	0,341a	0,330a	0,344a	0,341	0,330	d.m.s. (espécies) = 0,040
495DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,623a	0,637a	0,643a	0,677a	0,650a	0,646a	0,700	Y = 0,65 ^{ns}
PB	0,153b	0,120c	0,167b	0,140c	0,117c	0,139c	0,130	Y = 0,14 ^{ns}
PR	0,240b	0,237b	0,233b	0,257b	0,243b	0,242b	0,200	Y = 0,24 ^{ns}
Média	0,339a	0,331a	0,348a	0,358a	0,337a	0,342	0,340	d.m.s. (espécies) = 0,050
525DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,523a	0,500a	0,477a	0,557a	0,587a	0,529a	0,610	Y = 0,53 ^{ns}
PB	0,177c	0,157c	0,167c	0,187c	0,160c	0,169c	0,200	Y = 0,17 ^{ns}
PR	0,313b	0,273b	0,280b	0,297b	0,283b	0,289b	0,320	Y = 0,29 ^{ns}
Média	0,338a	0,310a	0,308a	0,347a	0,343a	0,329	0,380	d.m.s. (espécies) = 0,044
555DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,513a	0,523a	0,460a	0,503a	0,593a	0,519a	0,440	Y = 0,52 ^{ns}
PB	0,167c	0,150c	0,153c	0,170c	0,167c	0,161c	0,180	Y = 0,16 ^{ns}
PR	0,327b	0,327b	0,340b	0,317b	0,347b	0,331b	0,320	Y = 0,33 ^{ns}
Média	0,336a	0,333a	0,318a	0,330a	0,369a	0,337	0,310	d.m.s. (espécies) = 0,044
585DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,560a	0,563a	0,540a	0,543a	0,503a	0,542a	0,470	Y = 0,54 ^{ns}
PB	0,153c	0,170b	0,147c	0,150c	0,163c	0,157c	0,170	Y = 0,16 ^{ns}
PR	0,303b	0,293b	0,307b	0,287b	0,323b	0,303b	0,260	Y = 0,30 ^{ns}
Média	0,339a	0,342a	0,331a	0,327a	0,330a	0,334	0,300	d.m.s. (espécies) = 0,055
615DAT								
Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação	
Espécie	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)				5 (3,60 dS m ⁻¹)
PM	0,667a	0,680a	0,677a	0,673a	0,677a	0,675a	0,650	Y = 0,67 ^{ns}
PB	0,193c	0,193c	0,173c	0,193c	0,210c	0,193c	0,240	Y = 0,19 ^{ns}
PR	0,2970b	0,320b	0,323b	0,293b	0,337b	0,314b	0,310	Y = 0,31 ^{ns}
Média	0,386a	0,398a	0,391a	0,387a	0,408a	0,394	0,400	d.m.s. (espécies) = 0,031

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

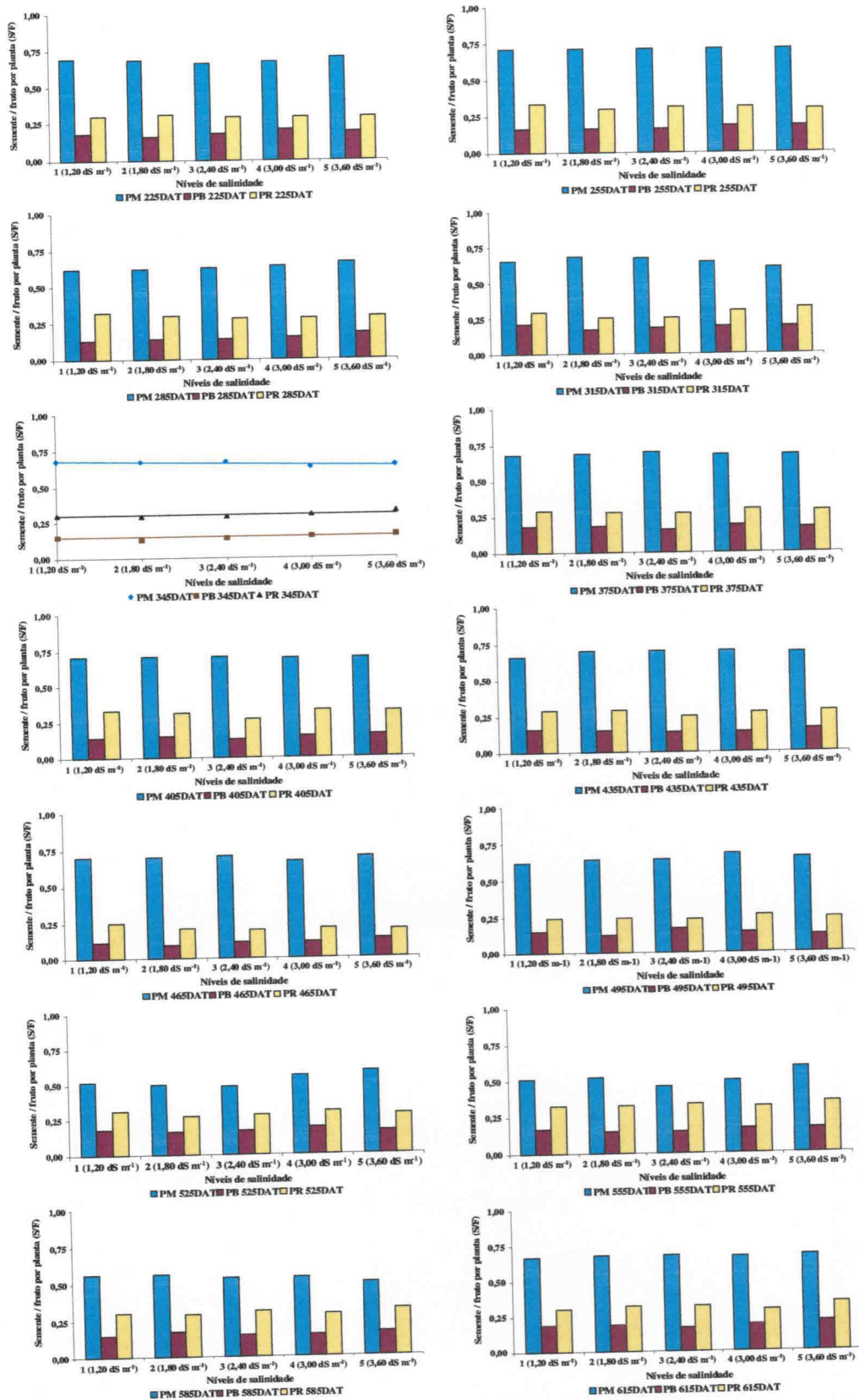


Figura 18. Valores médios da relação semente / fruto por planta (S/F) do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR) aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009 e 2010

5.4.6 Teor de óleo das sementes 'TOS'

No período avaliado (195-345 DAT), ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) do fator espécie (E) sobre o teor de óleo das sementes. Já com relação a salinidade e interação (CEa x E), não se observa efeito significativo sobre o 'TOS'. Mesmo assim, realizou-se o desdobramento da interação (CEa x E), sendo constatado ausência de influência dos níveis de salinidade sobre o 'TOS' das três espécies de *Jatropha* (Tabela 41). Representação gráfica na Figura 19, médias e equações de regressão na Tabela 42.

No intervalo de tempo (195 até 345 DAT), quando as sementes foram colhidas e destinadas à realização das análises de teor de óleo, ocorreram chuvas de 115,10 e 8,80 mm, distribuídas, nos 285 e 315 DAT, respectivamente. Essas chuvas, provavelmente contribuíram para a redução dos sais do solo por lixiviação, influenciando na ausência de efeito salino sobre o teor de óleo das sementes das três espécies de *Jatropha*.

Com relação aos efeitos dos sais, na qualidade da produção, Rhoades et al. (2000) explicam que, em geral, a salinidade do solo, tanto a causada pela irrigação com água salina como pela combinação dos fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em redução na produção, mudanças de cor e aparência, e mudanças na composição do produto. Em consonância, com a presente pesquisa, Shalhevet et al. (1969), ao submeterem plantas de amendoim sob o efeito da salinidade do solo (1,74 a 5,61 dS m⁻¹), relataram redução no tamanho de sementes em amendoim, começando em solo com nível de salinidade de 3,0 dS m⁻¹; porém, houve aumento no conteúdo de óleo nas sementes (% de peso seco) com o aumento da salinidade, até 3,16 dS m⁻¹.

Em situação semelhante à ocorrida na presente pesquisa, Rodrigues Filho (2011) verificou variação no teor de óleo (%) das sementes de pinhão-manso submetidas à salinidade do solo (0,60 a 5,40 dS m⁻¹) em condições de campo, em função do ano de colheita: o teor de óleo das sementes aumentou com o aumento da salinidade da água de irrigação, diferente do ano de 2010, no qual o teor de óleo diminuiu com a salinidade. O autor explica que, em 2009, o teor de óleo das parcelas irrigadas com água de menor CE (0,60 dS m⁻¹) diminuiu 61,0% em relação ao das parcelas irrigadas com água de maior CE (5,40 dS m⁻¹); Já em 2010, o teor de óleo das parcelas irrigadas com água de menor CE (0,60 dS m⁻¹) superou o das parcelas irrigadas com maior CE (5,40 dS m⁻¹) em 23,0%. O autor atribui, os resultados de 2009 à influência do período chuvoso que resultou em uma ausência da manifestação do efeito da água salina fornecida pela irrigação devido à lavagem do perfil do solo, provocada pelas chuvas, provocando efeito semelhante ao da irrigação com lâminas excessivas.

Com resultados divergentes, Nery (2011), em pesquisa conduzida em ambiente protegido (sem a influência das chuvas), cultivando plantas de pinhão-manso, em lisímetros de drenagem com capacidade para 230 Kg de solo, sob níveis crescentes de salinidade (0,6 a 3,0 dS m⁻¹) observou efeito linear significativo da salinidade da água de irrigação ($P < 0,01$) sobre o teor de óleo das sementes de pinhão-manso e, também, estimou para as plantas irrigadas com água de 3,00 dS m⁻¹ redução de 30,55% no teor de óleo das sementes, quando comparadas com aquelas irrigadas com água de 0,60 dS m⁻¹. Nesta pesquisa, não se constatou influência dos tratamentos salinos sobre o teor de óleo das três espécies de *Jatropha*.

Os contrastes, entre os tratamentos salinos e de sequeiro, para teor de óleo das sementes (TOS) das três espécies de *Jatropha*, no período 195-345 DAT, encontram-se na Tabela 41. Os tratamentos contrastados foram considerados significativos a 0,01 de probabilidade mas, ao se verificar os desdobramentos, notou-se, para a maioria dos casos, não ocorrer significância, com exceção para pinhão-manso (Tabela 41). Pelas médias de 'TOS' das três espécies estudadas, constataram-se, maiores médias nos cultivos de sequeiro, com menor similaridade, entre as médias, das duas condições de cultivo, em pinhão-manso, e médias mais similares em pinhão-bravo e roxo (Tabela 42).

Nas condições de sequeiro, as sementes de pinhão-manso contém 1,52 e 1,32 vezes mais de óleo do que as sementes de pinhão-bravo e roxo, respectivamente, e as sementes de pinhão-roxo contém 1,15 vezes mais de óleo do que as sementes de pinhão-bravo. Para o nível de maior estresse salino desta pesquisa (3,60 dS m⁻¹), as sementes de pinhão-manso apresentam 1,28 e 1,21 vezes mais de óleo do que as sementes de pinhão-bravo e roxo, respectivamente, e as sementes de pinhão-roxo possuem 1,06 vezes mais de óleo do que as sementes de pinhão-bravo. Por esses dados, percebe-se no cultivo salino menor vantagem do pinhão-manso com relação às outras duas espécies (tabela 42).

A comparação das médias de teor de óleo das sementes das três espécies de *Jatropha*, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, no período de 195-345 DAT, irrigadas com águas salinizadas, apresentaram diferenças significativas, entre si (Tabela 42).

No período avaliado (195 a 345 DAT), constata-se sementes de pinhão-manso, bravo e roxo, sob influência dos níveis salinos, com percentuais médios de óleo de 27,81, 19,58 e 22,36%, respectivamente, ou seja, as sementes de pinhão-manso contém 1,42 e 1,24 vezes mais de óleo do que as de pinhão-bravo e roxo, respectivamente e as de pinhão-roxo contém 1,14 vezes mais de óleo do que as de pinhão-bravo (Tabela 42). Com base nesses resultados, o "ranking" dos melhores desempenhos em teor de óleo das sementes obedeceu à sequência: 'PM' > 'PR' > 'PB' (Tabela 42).

Essa mesma sequência, também, foi constatada em discussões anteriores para fitomassa de sementes por planta (FSP) (Tabela 38) e para relação semente / fruto (S/F) (Tabela 40), ou seja, quanto maior a 'FSP' e a 'S/F', maior será o teor de óleo das sementes.

Teixeira (1987), utilizando sementes de pinhão-manso e de pinhão-bravo em pesquisa sobre o teor de óleo extraído pelo método de extração com hexano, verificou para o pinhão-manso e o pinhão-bravo uma variação no teor de óleo das sementes de 17,88 a 28,76% e 19,33 a 29,84%, respectivamente. Nesta pesquisa, constatou-se teor de óleo similar em pinhão-manso e bravo, com média de 27,81 e 19,58%, respectivamente. Oliveira et al. (2006) usando sementes de pinhão-roxo, extraíram o óleo a partir de sementes trituradas e secas por um sistema de extração tipo Soxhlet e verificaram teor de óleo das sementes igual a 23,70%, percentual, praticamente igual, ao encontrado na presente pesquisa, com valor de 22,36%. Fernandes (2010), também, encontrou variação no teor de óleo das sementes de pinhão-manso quando cultivado em sequeiro com composto orgânico, média de 27,58%, e em sequeiro sem adubação, média de 22,57%. Teor de óleo de 30,44% em sementes de pinhão-manso foi constatado na presente pesquisa, em condições de sequeiro, em solo adubado com esterco bovino.

Apesar do método utilizado na presente pesquisa para determinação do teor de óleo das sementes - Ressonância Magnética Nuclear *RMN* de baixo campo (AK-01, AOCS, 2005) - ter sido diferente dos métodos utilizados pelos autores aqui citados, Anthonisen et al. (2006), em estudo de validação da espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN), na determinação do teor de óleo, em sementes de mamona, concluíram que, com uso da espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN), foi possível determinar, com precisão, o teor de óleo em sementes de mamona e que a espectroscopia de RMN e o método oficial, de extração tipo Soxhlet com hexano produziram resultados equivalentes na determinação do teor de óleo em sementes de mamona.

Conforme já explicado anteriormente, no item sobre a relação semente/fruto, o fato dos frutos de pinhão-bravo e roxo serem deiscentes e liberarem as sementes das cápsulas na maturação final, levou a colheita a ser realizada quando os frutos estavam maduros, sendo a secagem feita em estufa elétrica. Em pinhão-manso, apesar dos frutos serem semideiscentes, não liberando as sementes das cápsulas com a maturação final, também foram secos em estufa, após a colheita. Este procedimento pode ter contribuído na redução dos teores de óleo das sementes dos frutos dessas espécies.

É oportuno citar, mais uma vez, Marcos Filho (2005). Esse autor corrobora a presente pesquisa, ao explicar que a identificação do ponto ideal de colheita é um aspecto importante,

pois a que é feita tardiamente pode causar perda de sementes, principalmente quando a cultivar plantada possui algum grau de deiscência e a colheita precoce pode prejudicar a qualidade das sementes, já que estas ainda não teriam alcançado seu ápice de potencial fisiológico, o que pode diminuir o teor de óleo e o potencial germinativo, dificultar o descascamento e alterar as características de armazenamento.

Nesta pesquisa, as avaliações de produção foram realizadas, aos 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465, 495, 525, 555, 585 e 615 DAT, com aplicação dos tratamentos salinos a partir de 166 DAT, via irrigação.

Conforme constatação anterior para as variáveis de crescimento, a ausência de efeito salino, também, foi verificada na maioria das avaliações de produção para pinhão-manso, bravo e roxo com relação às variáveis: número de cachos por planta (NCP); número de frutos por planta (NFP); fitomassa de frutos por planta (FFP); fitomassa de sementes por planta (FSP); relação semente / fruto (S/F) e teor de óleo das sementes (TOS), provavelmente, pela ocorrência de variações climáticas, durante a pesquisa, contribuindo com a lixiviação do 'NaCl' aplicado no solo via irrigação, a partir de 166 DAT.

Tabela 41 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial relacionando Espécies e CEa (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para teor de óleo das sementes (%) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada, no período de coleta de 195-345 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

Quadrados Médios			
TEOR DE ÓLEO DAS SEMENTES – TOS (%)			
FV	GL	195-345 DAT	
(A)			
Bloco	2	2,001 ^{ns}	
Salinidade (CEa)	4	0,791 ^{ns}	
Resíduo (a)	8	0,958	
Espécie (E)	2	262,671 ^{**}	
CEa x E	8	0,470 ^{ns}	
Resíduo (b)	20	1,680	
CV (%) a		4,21	
CV (%) b		5,57	
(B)			
CEa/PM	R. linear	1	2,007 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,440 ^{ns}
CEa/PB	R. linear	1	1,180 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,011 ^{ns}
CEa/PR	R. linear	1	0,167 ^{ns}
	R. quadr.	1	0,044 ^{ns}

Continuação da Tabela 41

(C)		Quadrados Médios
FV	GL	195-345 DAT
Bloco	2	1,325
Tratamentos	17	50,213**
Resíduo adicional	34	1,406
PMCEa1,20 vs Seq.	1	4,301 ^{ns}
PMCEa1,80 vs Seq.	1	12,731**
PMCEa2,4 vs Seq.	1	11,957**
PMCEa3,0 vs Seq.	1	9,933*
PMCEa3,6 vs Seq.	1	14,947**
PBCEa1,20 vs Seq.	1	5,189 ^{ns}
PBCEa1,80 vs Seq.	1	5,684 ^{ns}
PBCEa2,4 vs Seq.	1	39,681**
PBCEa3,0 vs Seq.	1	3,110 ^{ns}
PBCEa3,6 vs Seq.	1	2,369 ^{ns}
PRCEa1,20 vs Seq.	1	5,227 ^{ns}
PRCEa1,80 vs Seq.	1	5,626 ^{ns}
PRCEa2,4 vs Seq.	1	7,798*
PRCEa3,0 vs Seq.	1	0,882 ^{ns}
PRCEa3,6 vs Seq.	1	0,385 ^{ns}
CV (%)		5,05

*Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 42 Comparação de médias pelo teste de Tukey e equações de regressões para teor de óleo das sementes (%) do pinhão-manso (PM), bravo (PB) e roxo (PR), irrigados com água salinizada e em sequeiro, no período de coleta de 195-345 DAT. Lagoa Seca, PB, 2009

Médias								
195-345DAT								
Espécie	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
PM	28,75a	27,53a	27,62a	27,87a	27,28a	27,81a	30,44	Y = 27,81 ^{ns}
PB	20,00b	19,80b	19,50c	19,39c	19,21c	19,58c	20,06	Y = 19,58 ^{ns}
PR	22,46b	21,72b	22,77b	22,29b	22,55b	22,36b	23,05	Y = 22,36 ^{ns}
Média	23,73a	23,02a	23,30a	23,18a	23,01a	23,25	24,52	d.m.s. (espécies) = 1,20

Valores, na vertical, seguidos pela mesma letra entre espécies, em cada nível de salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

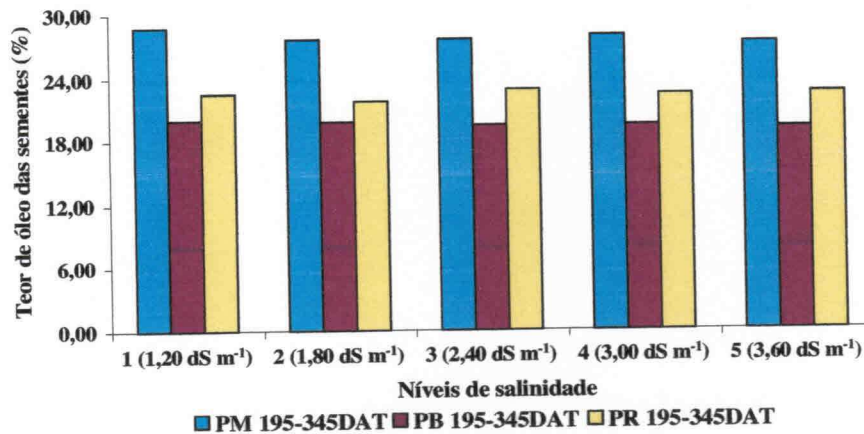


Figura 19. Valores médios do teor de óleo das sementes (%) de plantas do pinhão-manso (PM), pinhão-bravo (PB) e pinhão-roxo (PR), aos 195-345 DAT, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Lagoa Seca, PB, 2009

5.5 Salinidade do solo do experimento

Aos 615 DAT, realizou-se análise da salinidade do solo, em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), com o objetivo de se avaliar os impactos causados pela aplicação de águas salinizadas no solo. Durante a pesquisa, foram feitas quatro análises da salinidade do solo: 1ª) no início da aplicação dos tratamentos (Tabela 7); 2ª) após seis meses com aplicação dos tratamentos salinos (Tabela 8); 3ª) após seis meses sob influência do período chuvoso (Tabela 9) e 4ª) após quatro meses com aplicação dos tratamentos salinos (Tabela 10). Podem ser observados, também, na Tabela 11, os dados das análises da água de irrigação, durante a pesquisa, com as médias das concentrações dos parâmetros de salinidade presente na água utilizada para as irrigações.

Na Tabela 43, estão o resumo da análise de variância, os dados de regressão e os contrastes para potencial hidrogeniônico do extrato de saturação (pH_{es}): [H⁺] = 10^{-pH};

condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}); relação de adsorção de sódio (RAS) e percentagem de sódio trocável (PST), nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, ao final do experimento. Para ' CE_{es} ', 'RAS' e 'PST' registraram-se efeitos significativos ($p < 0,01$) dos níveis de salinidade (CEa) no solo, nas duas profundidades, e não significativo sobre o ' pH_{es} '. (Tabela 43)

5.5.1 Potencial Hidrogeniônico do extrato de saturação - pH_{es}

As médias do potencial hidrogeniônico do extrato de saturação (pH_{es}) no solo, aos 615 DAT, em função dos níveis de salinidade encontram-se na Figura 20A (0-20 cm) e 20B (20-40 cm) e as equações de regressão na Tabela 44.

Com o desdobramento dos graus de liberdade em regressões polinomiais, verificou-se não haver efeito significativo dos níveis de salinidade sobre o ' pH_{es} ' do solo, conforme, representação gráfica nas Figuras 20A e 20B, aos 615 DAT, e de acordo com as equações de regressão na Tabela 44. Os tratamentos de salinidade aplicados ao solo, na irrigação das plantas, aos 615 DAT, não afetam o ' pH_{es} ', nas profundidades de coleta de amostras de solo de 0-20 e 20-40 cm.

Nery (2011) e Nery (2008) verificaram, também, na profundidade de 0-20 cm não ter sido afetado o pH do solo pelos níveis salinos, resultando em 4,77 e 5,37, como médias, respectivamente.

O resumo de análise de variância dos contrastes, entre os tratamentos com níveis de salinidade e os tratamentos em condição de sequeiro, para o potencial hidrogeniônico do extrato de saturação (pH_{es}), encontra-se na Tabela 43. As médias estão dispostas na Tabela 44. Verificou-se efeito significativo, sobre os tratamentos, nas duas profundidades do solo, de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 43).

Na Tabela 43, com o desdobramento dos contrastes para potencial hidrogeniônico do extrato de saturação (pH_{es}), ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) em todos eles, nas duas profundidades. Ao verificar as médias de ' pH_{es} ', nessas duas profundidades do solo, nota-se maior ' pH_{es} ', no solo irrigado com os tratamentos de salinidade do que em sequeiro. Provavelmente ocorreu maior lixiviação da salinidade no solo irrigado com os tratamentos salinos com lâmina de irrigação igual a 100% da ETo , do que no solo em condições de sequeiro, com contribuição hídrica apenas das chuvas que, por sinal, ocorreram num volume muito baixo (40,90 mm), dos 525 a 585 DAT (Tabela 12), nos três últimos meses antecedentes a coleta de solo para análise química (615 DAT), enquanto a ETo acumulada (Tabela 12)

nesse mesmo período foi de 413,95 mm, contribuindo com a maior precipitação de sais no perfil do solo em condição de sequeiro. Outro dado que pode ter influenciado nesses resultados, refere-se ao pH da água de irrigação da pesquisa, sempre acima de 7,00, chegando a 8,00 no mês da coleta do solo para análise química (Tabela 11).

Silva (2009) quando submeteu plantas de pinhão-manso sob irrigação com água de pH médio igual a 7,26, à baixa disponibilidade de água (0,25ETc), observou em amostras coletadas nas profundidades do solo de 0-10 e 10-20 cm, também, menores médias na camada mais superficial, com baixo valor de pH (5,22) com relação aos demais níveis de reposição da água de irrigação: (0,50ETc, 5,22), (0,75ETc, 5,70), (1,00ETc, 5,70) e (1,25ETc, 6,99). Nery (2011), quando cultivou plantas de pinhão-manso, também, à baixa disponibilidade de água (0,25ETc) na camada de solo de 0-20 cm, observou baixo valor de pH (4,85) com relação aos demais níveis de reposição da água de irrigação: (0,50ETc, 6,00), (0,75ETc, 5,39), (1,00ETc, 5,49) e (1,25ETc, 6,15). De forma similar na presente pesquisa, nesses dois casos, também foi constatada influência da maior disponibilidade hídrica na maior lixiviação de sais do solo e consequente elevação do pH.

5.5.2 Condutividade elétrica do extrato de saturação - CE_{es}

As médias da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) no solo, aos 615 DAT, em função dos níveis de salinidade, encontram-se na Figura 20C (0-20 cm) e 20D (20-40 cm). As equações de regressão estão na Tabela 44.

Ao se desdobrar os graus de liberdade em regressões polinomiais, observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de salinidade sobre a ' CE_{es} ' do solo, nas duas profundidades, de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 43). Graficamente, na Figura 20C, (profundidade de 0-20 cm) e na Figura 20D, (profundidade de 20-40 cm), e pelas equações de regressão (Tabela 44), verifica-se efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de salinidade sobre a ' CE_{es} ' do solo nas duas profundidades. Nas Figuras 20C e 20D, constatou-se efeito linear crescente dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo, nas duas profundidades. Com base na Figura 20C, profundidade do solo de 0-20 cm, e nas médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 44), obteve-se acréscimo na ' CE_{es} ', entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹) de 84,44%, correspondendo ao valor de 1,60 dS m⁻¹. Com base na Figura 20D, profundidade do solo de 20-40 cm, e nas médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 44), notou-se

acrécimo na 'CE_{es}', entre o nível de salinidade N1 (1,20 dS m⁻¹) e N5 (3,60 dS m⁻¹), de 101,52%, equivalendo ao valor de 1,47 dS m⁻¹.

Por esses resultados, constata-se influência da salinidade da água de irrigação até 3,60 dS m⁻¹ sobre a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo, nas duas profundidades.

Nery (2011) verificou, ao final de pesquisa, aos 200 dias após a poda, cultivando pinhão-manso em lisímetros de drenagem, em ambiente protegido, condutividade elétrica do extrato de saturação linearmente afetada pela salinidade da água ($P < 0,01$) com notório impacto sobre o solo. A autora concluiu, também, que a CE_{es} aumentou em 54,02% para cada incremento de 1 dS m⁻¹ na água de irrigação, ou seja, houve acréscimo na CE_{es} entre o nível de salinidade 0,60 dS m⁻¹ e 3,00 dS m⁻¹ da ordem de 129,65%. Esses resultados estão compatíveis com os encontrados na presente pesquisa.

De acordo com Larcher (2000), o algodão, o trigo, a beterraba, o amendoim entre outras plantas, suportam 'CE_{es}' na faixa de 10 a 20 dS m⁻¹, sendo classificadas como espécies tolerantes à salinidade. Silva et al. (2004) e Silva et al. (2008) em pesquisas com a cultura da mamona, sob estresse salino verificaram que a mamoneira, que pertence à mesma família do pinhão-manso (*Euphorbiaceae*), é uma espécie sensível à presença de sais na água de irrigação. Nesta pesquisa constatou-se, em discussões anteriores, não ocorrer influência da salinidade da água de irrigação até 3,60 dS m⁻¹, em pinhão-manso, bravo e roxo.

No final do experimento (163 dias após a semeadura), em ambiente protegido, com pinhão-manso cultivado em lisímetros de drenagem com capacidade de 200 litros de solo, sob estresse salino, Nery (2008) verificou, também, em amostras de solo a 0-20 cm de profundidade, acréscimo de 455,18% sobre a 'CE_{es}', nas parcelas tratadas com água de 3,00 dS m⁻¹, em relação àquelas com 0,60 dS m⁻¹, ou seja, para cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação houve acréscimo de 189,66% sobre a 'CE_{es}'. Notam-se, valores bem mais elevados do que os apresentados nesta pesquisa. Vale salientar existirem diferenças nas metodologias das duas pesquisas, enquanto a autora executou o experimento em condições controladas, em ambiente protegido, com volume de solo limitado (200 litros), nesta pesquisa, o cultivo ocorreu em condições de campo, com amplo volume de solo e sujeito as oscilações climáticas (Tabela 12), com provável influência nos menores valores encontrados em CE_{es}.

Com relação aos contrastes, entre as condições de cultivo com águas salinas e em sequeiro, ocorreu efeito significativo sobre os tratamentos nas duas profundidades do solo (Tabela 43). Feito o desdobramento desses contrastes para condutividade elétrica do extrato

de saturação (CE_{es}) no solo, verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$), em alguns deles, nas duas profundidades de solo (Tabela 43). Como esperado, uma vez que em sequeiro não foi aplicado NaCl no solo, observou-se em geral nesses contrastes nas duas profundidades do solo a mesma tendência de maior condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) no solo irrigado com os tratamentos salinos, com exceção quando a concentração de salinidade foi a menor ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$), com pequena diferença observada entre as médias de CE_{es} das duas condições de cultivo, sendo um pouco maior em sequeiro (Tabela 44).

5.5.3 Relação de adsorção de sódio - RAS

Aos 615 DAT, a salinidade da água de irrigação influencia significativamente ($P < 0,01$) a relação de adsorção de sódio (RAS), nas duas profundidades do solo, e, com o desdobramento dos graus de liberdade em regressões polinomiais, observou-se efeito linear ($P < 0,01$) crescente dos níveis de salinidade sobre a 'RAS' do solo, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 43).

Para a relação de adsorção de sódio na profundidade de 0-20 cm, Figura 20E, constatou-se, nas médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 44), acréscimo, entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), de 105,37%, correspondendo a um incremento no valor da 'RAS' igual a $[6,94 (\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})^{1/2}]$, podendo-se afirmar que a 'RAS' aumentou em 43,90% para cada unidade de dS m^{-1} aumentado na água de irrigação. Agora na profundidade do solo de 20-40 cm, observou-se para a relação de adsorção de sódio (Figura 20F), após analisar as médias estimadas pela equação de regressão na Tabela 44, acréscimo entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$) de 109,14%, ou seja, ocorre uma elevação no valor da 'RAS' de $[5,68 (\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})^{1/2}]$ e de 45,48% para cada unidade de dS m^{-1} aumentado na água de irrigação. Por esses resultados, percebe-se notória influência da salinidade da água de irrigação sobre a relação de adsorção de sódio (RAS) no solo, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Nesses casos constatou-se, aumento do risco de alcalinidade ou sodicidade, com a elevação da salinidade da água de irrigação até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, com risco praticamente igual nas duas profundidades do solo.

Nery (2011) ao final de pesquisa, aos 200 dias após a poda, cultivando pinhão-manso em lisímetros de drenagem em ambiente protegido observou que a 'RAS' foi linearmente afetada pela salinidade da água ($P < 0,01$) com elevado impacto sobre o solo. A autora concluiu, também, que a 'RAS' aumentou em 65,48% para cada unidade de dS m^{-1} aumentado na água de irrigação, ou seja, houve acréscimo na 'RAS' entre o nível de salinidade $0,60 \text{ dS}$

m^{-1} e $3,00 \text{ dS m}^{-1}$ de 157,15%. Nery (2008) no final do experimento (163 dias após a semeadura) com pinhão-manso sob estresse salino verificou, também, em amostras de solo a 0-20 cm de profundidade, acréscimo de 239,32% sobre a 'RAS', nas parcelas tratadas com água de $3,00 \text{ dS m}^{-1}$, em relação àquelas com $0,60 \text{ dS m}^{-1}$, ou seja, para cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação houve acréscimo de 99,72% sobre a 'RAS', sendo verificado, nessas duas pesquisas da autora, maiores acréscimos da 'RAS' do que nesta pesquisa, provavelmente pelos mesmos motivos já discutidos na variável 'CE_{es}'.

Na Tabela 43 está o resumo da análise de variância dos contrastes, entre os tratamentos salinos e os tratamentos em sequeiro, para a relação de adsorção de sódio (RAS) do solo, aos 615 DAT, quando se verificou efeito significativo sobre os tratamentos, apenas na camada mais superficial do solo (0-20 cm). Essa tendência permaneceu, após o desdobramento dos contrastes, com efeito significativo ($P < 0,01$) sobre a relação de adsorção de sódio (RAS) do solo, apenas, na profundidade de 0-20 cm (Tabela 43). Essa tendência já era esperada, pelo fato da não aplicação de NaCl em sequeiro, demonstrando o efeito acumulativo de sódio no solo sob irrigação com águas salinas.

5.5.4 Percentagem de sódio trocável - PST

Na Tabela 43, verificaram-se, nas duas camadas de solo 0-20 e 20-40 cm, efeitos significativos ($P < 0,01$) da salinidade da água de irrigação sobre a percentagem de sódio trocável (PST) do solo. Com o desdobramento dos graus de liberdade em regressões polinomiais (Tabela 43) constataram-se efeitos lineares ($P < 0,01$) e crescentes dos níveis de salinidade sobre a percentagem de sódio trocável (PST) do solo, nas duas profundidades do solo.

De acordo com as médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 44), representadas, graficamente, pela reta ascendente da Figura 20G, profundidade do solo de 0-20 cm, observa-se notório acréscimo na percentagem de sódio trocável (PST) do solo, entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), com valor igual a 150,21% e para cada incremento unitário da salinidade do solo em dS m^{-1} , o acréscimo foi de 62,59%. Agora, analisando a percentagem de sódio trocável (PST), na camada de solo de 20-40 cm, verificou-se, de acordo, com as médias estimadas pela equação de regressão (Tabela 44) e pela sua representação gráfica, reta ascendente da Figura 20H (20-40 cm), significativo acréscimo na 'PST' do solo, entre o nível de salinidade N1 ($1,20 \text{ dS m}^{-1}$) e N5 ($3,60 \text{ dS m}^{-1}$), igual a

155,60%, e para cada incremento unitário da salinidade do solo em dS m^{-1} , o acréscimo foi de 64,83% sobre a 'PST'.

Esses resultados de 'PST' indicam, nas duas profundidades do solo, acúmulo progressivo de sais na solução do solo, com prováveis, efeitos danosos do sódio trocável sobre as propriedades do solo. Essa constatação pode ter sido influenciada pela ausência de lixiviação dos sais no perfil do solo, sendo comprovada pelo baixo volume de chuvas e elevada ETo (Tabela 12), verificadas nos últimos três meses anteriores à coleta de solo para as análises de salinidade, aos 615 DAT.

Nery (2011) ao final de pesquisa, aos 200 dias após a poda, cultivando pinhão-manso em lisímetros de drenagem em ambiente protegido, observou, na profundidade do solo de 0-20 cm, que a 'PST' foi linearmente afetada pela salinidade da água ($P < 0,01$) com elevado efeito sobre o solo. A autora concluiu, também, que a 'PST' aumentou em 83,52% para cada unidade de dS m^{-1} aumentado na água de irrigação, ou seja, houve acréscimo na 'PST' entre o nível de salinidade $0,60 \text{ dS m}^{-1}$ e $3,00 \text{ dS m}^{-1}$ de 200,45%; mas, apesar desses elevados acréscimos na 'PST', Nery (2011) constatou percentagem de sódio trocável, dentro da normalidade; atribuindo esse fato, provavelmente, às frações de lixiviação verificadas ao final da pesquisa, que contribuíram para não ocorrer acúmulo de sais e sódio trocável no perfil do solo em níveis danosos.

Com constatação similar, Nery (2008) verificou, no final do primeiro ciclo de experimento em ambiente protegido, aos 163 dias após a semeadura, com pinhão-manso, sob estresse salino, em amostras de solo a 0-20 cm de profundidade, acréscimo de 299,79% sobre a 'PST' nas parcelas tratadas com água de $3,00 \text{ dS m}^{-1}$ em relação às aquelas com $0,60 \text{ dS m}^{-1}$, ou seja, para cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação houve acréscimo de 124,91% sobre a 'PST'. A autora constatou, também, valor normal de percentagem de sódio trocável no final da pesquisa, atribuindo esse fato, também, às frações de lixiviação. Conforme explicação anterior, nesta pesquisa a ausência de lixiviação, no final da pesquisa, contribuiu na elevação da 'PST' a valores médios acima do normal, nas duas profundidades de coleta de solo (Tabela 44).

Com relação aos contrastes para percentagem de sódio trocável do solo, entre solo irrigado com águas salinas e solo em condições de sequeiro constata-se, no resumo da análise de variância (Tabela 43), efeito significativo dos tratamentos nas duas camadas de solo. Realizado o desdobramento, observam-se, em geral, contrastes significativos, nas duas profundidades do solo, com maior percentagem de sódio trocável do solo, quando houve irrigação com os tratamentos salinos (Tabela 44). Resultado previsto, já que no solo em

sequeiro não houve aplicação de NaCl. Esse resultado ratifica, claramente, a acumulação de sódio trocável a patamares excessivos (Tabela 44) em solo irrigado com águas salinas até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, atribuindo-se essa acumulação excessiva de sódio trocável no solo às condições climáticas com poucas chuvas e elevadas taxas de ETo (Tabela 12), desfavoráveis a lixiviação dos sais no perfil do solo, principalmente nos três últimos períodos (525 a 585 DAT) que antecederam a coleta de solo para fins de análises de salinidade aos 615 DAT.

Aos 345 DAT, após os primeiros seis meses com aplicação dos tratamentos salinos, coletou-se amostras de solo na profundidade efetiva do sistema radicular (0-40 cm) para determinação das características químicas do material de solo, a seguir: pH_{es} (6,14), CE_{es} ($1,73 \text{ dS m}^{-1}$) e PST (11,29%) (Tabela 8). Contrastando essas variáveis, com os valores reportados na Tabela 4, classificação tradicional de Richards (1977): ($\text{pH} < 8,50$, $\text{CE}_{\text{es}} < 4,00 \text{ dS m}^{-1}$ e $\text{PST} < 15,00\%$) e pela classificação proposta por Bohn et al. (1985): ($\text{pH} < 8,50$, $\text{CE}_{\text{es}} < 2,00 \text{ dS m}^{-1}$ e $\text{PST} < 15,00\%$) constatou-se características químicas do solo, desta pesquisa, dentro da normalidade (solo não salino), mas, com considerável alteração, com relação às características químicas iniciais do material de solo (Tabela 7): pH_{es} (6,12), CE_{es} ($0,42 \text{ dS m}^{-1}$) e PST (0,28%) na profundidade de 0-20 cm e pH_{es} (6,00), CE_{es} ($0,36 \text{ dS m}^{-1}$) e PST (0,29%) na profundidade de 20-40 cm.

Durante os seis meses de aplicação dos tratamentos salinos registrou-se, no quarto mês (285 DAT), chuvas de mais de 100 mm, superando inclusive a ETo (Figuras 1, 2 e Tabela 12), tendo, provavelmente, lixiviado parte dos sais e do sódio trocável do perfil do solo, diminuindo seus níveis danosos às plantas e ao solo do local da pesquisa, classificado como franco-arenoso (Tabela 6), facilitando mais a lixiviação dos sais. Rhoades et al. (2000) explicam que para prevenir a acumulação excessiva de sais na zona radicular irrigada, deve ser aplicada água extra (ou chuva) em longo prazo, em quantidade excedente à necessária para evapotranspiração e que passe através da zona radicular em quantidade líquida mínima.

Em regiões onde a precipitação total anual é superior a 800 mm ano^{-1} , a lixiviação dos sais passa a ser determinada pela textura e estrutura do solo. Em solos arenosos, na região litorânea do estado do Ceará, Brasil, irrigados por aspersão, foi identificado que 400 mm ano^{-1} era suficiente para promover a lixiviação dos sais adicionados ao solo pela prática da irrigação (Pereira et al., 1986). No presente estudo, a precipitação pluviométrica total foi de 1594,50 mm e a máxima acumulável no solo igual a 895,21 mm, gerando um excedente de 699,29 mm (Tabela 12), com provável contribuição na lixiviação dos sais do solo.

Já Ben-Hur et al. (2001) em solos de textura mais argilosa (franco-argiloso) verificaram que a precipitação anual de 600 mm promoveu a lixiviação de sais. Por outro

lado, Andrade *et al.* (2001) observaram em pesquisa realizada na Região Nordeste do Brasil, nas áreas irrigadas do Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará, acúmulo de sais no perfil do solo, mesmo sob influência de precipitações anuais superiores a 750 mm.

Aos 525 DAT, nas profundidades do solo de 0-20 cm e 20-40 cm, após seis meses, sob a influência direta do período chuvoso, na área experimental, coletou-se material de solo, determinando-se as características químicas (Tabela 9), a seguir: pH_{es} (5,89), CE_{es} (0,33 dS m⁻¹) e PST (1,13%), a 0-20 cm de profundidade do solo, e pH_{es} (5,44), CE_{es} (0,30 dS m⁻¹) e PST (1,47%) a 20-40 cm de profundidade do solo. Ao contrastar essas médias com os valores reportados na Tabela 4, classificação tradicional de Richards (1977): ($pH < 8,50$, $CE_{es} > 4,00$ dS m⁻¹ e $PST > 15,00\%$), e pela classificação proposta por Bohn *et al.* (1985): ($pH < 8,50$, $CE_{es} > 2,00$ dS m⁻¹ e $PST > 15,00\%$), verificou-se normalidade do solo do local da pesquisa: consequentemente, o solo não se tornou salino e nem salino-sódico. Nesses seis meses do período chuvoso, registrou-se mais de 600 mm de chuva, superando a ETo em três meses (Figuras 1, 2 e Tabela 12), com provável contribuição na lixiviação dos sais do perfil do solo, com relação ao período anterior, aos 345 DAT (Tabela 8).

Santiago (2002) cultivando repolho, em neossolo flúvico, sob condições salinas, aplicou coeficiente de lixiviação igual a dois, promovendo intensa lavagem de sais do perfil, tendo-se verificado que o valor da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) no final da pesquisa situou-se próximo ao determinado no início da implantação do experimento.

Toureiro *et al.* (2007) verificaram, em estudo das condições de lixiviação e dos riscos de salinização dos solos, que durante o outono / inverno a precipitação ocorrida contribuiu para a lavagem e remoção dos sais do solo, baixando a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo para valores tolerados pelas culturas. Ou seja, em termos pedológicos, o solo não se degrada por salinização, uma vez que ele é recuperado em cada inverno.

As contribuições desses autores corroboram a presente pesquisa, quando, após o período chuvoso, ocorrido dos 345 a 525 DAT (Figuras 1, 2 e Tabela 12), constataram-se reduções das médias de ' CE_{es} ', ' RAS ' e ' PST ' (Tabela 9), com relação as do período anterior, antes das chuvas (Tabela 8).

Aos 615 DAT (final da pesquisa) com base nas características químicas do material de solo nas profundidades do solo de 0-20 e 20-40 cm coletou-se mais material de solo, após quatro meses com aplicação efetiva dos tratamentos salinos e se considerando as médias experimentais das variáveis pH_{es} (6,50), CE_{es} (2,70 dS m⁻¹) e PST (22,76%), a 0-20 cm de profundidade do solo, e pH_{es} (5,72), CE_{es} (2,19 dS m⁻¹) e PST (22,59%), a 20-40 cm de profundidade do solo. Contrastando com os valores reportados na Tabela 4, classificação

tradicional de Richards (1977): ($\text{pH} < 8,50$, $\text{CE}_{\text{es}} > 4,00 \text{ dS m}^{-1}$ e $\text{PST} > 15,00\%$), constata-se que a utilização de água com CEa até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$ foi suficiente para tornar o solo ligeiramente salino e sódico.

Pela classificação, proposta por Bohn et al. (1985) (Tabela 4) ($\text{pH} < 8,50$, $\text{CE}_{\text{es}} > 2,00 \text{ dS m}^{-1}$ e $\text{PST} > 15,00\%$), verificou-se efetiva alteração das características químicas do solo do experimento após irrigação com água salinizada até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$, tornando o solo salino-sódico. Provavelmente, a ausência de lixiviação dos sais do perfil do solo, constatada pela baixa precipitação pluviométrica e elevada taxa de evapotranspiração de referência (ET_o) (Figuras 1, 2 e Tabela 12), durante os três últimos meses que antecederam a coleta do material de solo para fins de análises de salinidade (525 a 585 DAT), contribuiu com a nova classificação do solo desta pesquisa, quanto aos sais.

Em geral, a salinização decorrente da irrigação é restrita às regiões áridas e semiáridas em que evapotranspiração potencial é sempre maior que o total precipitado (Wichelns *et al.*, 2002). De acordo com Rhoades et al. (2000), a salinidade média radicular aumenta à medida que diminui a fração de lixiviação de água do solo, assim como altas frações de lixiviação podem ser usadas para minimizar a acumulação de altos níveis de salinidade (e, portanto, efeitos danosos) em partes mais profundas da zona radicular. O referido autor, também, esclarece que a distribuição interna dos sais e o grau com que os solos se tornam salinizados são, também, função da forma como a água é aplicada e da fração de lixiviação.

Ribeiro et al. (2003) explicam que, para que os sais solúveis acumulados nos solos sejam removidos da zona de raízes, a quantidade de água de irrigação a ser aplicada deve exceder as necessidades da cultura.

Diferentemente, nesta pesquisa, sem aplicar volume de água excedente para lavar o solo, sob condições climáticas adversas (baixa precipitação pluviométrica e elevada evapotranspiração de referência) nos períodos de 525 a 585 DAT (Tabela 12), constataram-se acréscimos na 'CE_{es}', na 'RAS' e na 'PST', aos 615 DAT (Tabela 10), com relação ao período anterior (525 DAT), sob influência das chuvas (Tabela 9).

Tabela 43 Resumos das análises de variância (A), componentes de regressão polinomial (B) e contraste entre os tratamentos salinos e sequeiro (C) para pH_{es} : $[H^+] = 10^{-pH}$, CE_{es} , RAS e PST, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, irrigados com água salinizada, aos 615 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS								
		SALINIDADE DO SOLO – 615 DAT								
		$[H^+] = 10^{-pH}$		CE_{es} (dS m ⁻¹)		RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}		PST (%)		
		0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	
(A)										
Bloco	2	8,896E-0014 ^{ns}	1,946E-0012 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,638*	4,597 ^{ns}	3,574 ^{ns}	1,999 ^{ns}	18,168 ^{ns}	
Salinidade (CEa)	4	7,081E-0014 ^{ns}	1,758E-0012 ^{ns}	1,549**	1,103**	30,514**	22,563**	189,932**	190,799**	
Resíduo	8	5,434E-0014	2,186E-0012	0,093	0,113	4,128	2,542	3,169	8,555	
CV (%)		61,83	62,87	11,31	15,37	20,19	19,82	7,82	12,95	
(B)										
R. linear	1	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	5,368**	4,129**	93,916**	80,229**	714,530**	732,207**	
R. quadr.	1	0,000 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,001 ^{ns}	15,604 ^{ns}	1,712 ^{ns}	13,566 ^{ns}	29,317 ^{ns}	
(C)										
Bloco	2	5,555E-0013 ^{ns}	1,419E-0012 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,420 ^{ns}	4,242 ^{ns}	2,616 ^{ns}	45,136 ^{ns}	11,807 ^{ns}	
Tratamentos	5	1,640E-0011**	6,014E-0011**	1,674**	1,048**	45,075**	20,089 ^{ns}	196,673*	279,532**	
Resíduo	10	9,781E-0013	4,347E-0012	0,075	0,158	3,412	10,162	48,410	8,388	
CEa1,20 vs Seq.	1	0,000**	0,000**	0,047 ^{ns}	0,062 ^{ns}	1,441 ^{ns}	2,561 ^{ns}	39,015 ^{ns}	27,136 ^{ns}	
CEa1,80 vs Seq.	1	0,000**	0,000**	1,270**	0,198 ^{ns}	76,684**	5,510 ^{ns}	295,682*	225,216**	
CEa2,4 vs Seq.	1	0,000**	0,000**	2,030**	0,170 ^{ns}	69,700**	7,482 ^{ns}	524,348**	437,248**	
CEa3,0 vs Seq.	1	0,000**	0,000**	1,325**	1,859**	94,169**	1,500 ^{ns}	593,020**	724,900**	
CEa3,6 vs Seq.	1	0,000**	0,000**	4,950**	2,394**	128,992**	58,656 ^{ns}	440,498*	870,492**	
CV (%)		74,36	50,13	10,78	19,01	20,55	41,35	37,87	14,53	

*Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo, pelo teste F

Tabela 44 Médias e equações de regressões para salinidade do solo (pH_{es} , CE_{es} , RAS e PST) irrigado com os tratamentos salinos e em sequeiro, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, aos 615 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010

Médias								
615DAT – 0-20 cm								
Parâmetros	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
$\text{pH}_{\text{es}} = -\log [\text{H}^+]$	6,33	6,47	6,63	6,69	6,36	6,49	5,23	$Y = 6,49^{\text{ns}}$
CE_{es}	1,59	2,69	2,71	2,93	3,58	2,70	1,77	$Y = 1,007 + 0,705x$ $R^2 = 0,8663^{**}$
RAS	4,61	10,45	10,78	11,56	12,91	10,06	3,63	$Y = 2,985 + 2,949x$ $R^2 = 0,7695^{**}$
PST	11,00	19,94	24,59	25,78	32,48	22,76	5,90	$Y = 3,235 + 8,134x$ $R^2 = 0,9405^{***}$
615DAT – 20-40 cm								
Parâmetros	Níveis de salinidade					Média	Média Seq.	Equação
	1 (1,20 dS m ⁻¹)	2 (1,80 dS m ⁻¹)	3 (2,40 dS m ⁻¹)	4 (3,00 dS m ⁻¹)	5 (3,60 dS m ⁻¹)			
$\text{pH}_{\text{es}} = -\log [\text{H}^+]$	5,64	5,59	5,85	5,92	5,56	5,71	4,89	$Y = 5,71^{\text{ns}}$
CE_{es}	1,41	1,95	1,98	2,73	2,88	2,19	1,61	$Y = 0,704 + 0,618x$ $R^2 = 0,9357^{**}$
RAS	4,72	7,03	7,94	8,26	12,28	8,05	6,03	$Y = 1,505 + 2,726x$ $R^2 = 0,8889^{**}$
PST	10,90	18,90	23,72	28,63	30,74	22,58	6,65	$Y = 2,819 + 8,234x$ $R^2 = 0,9594^{**}$

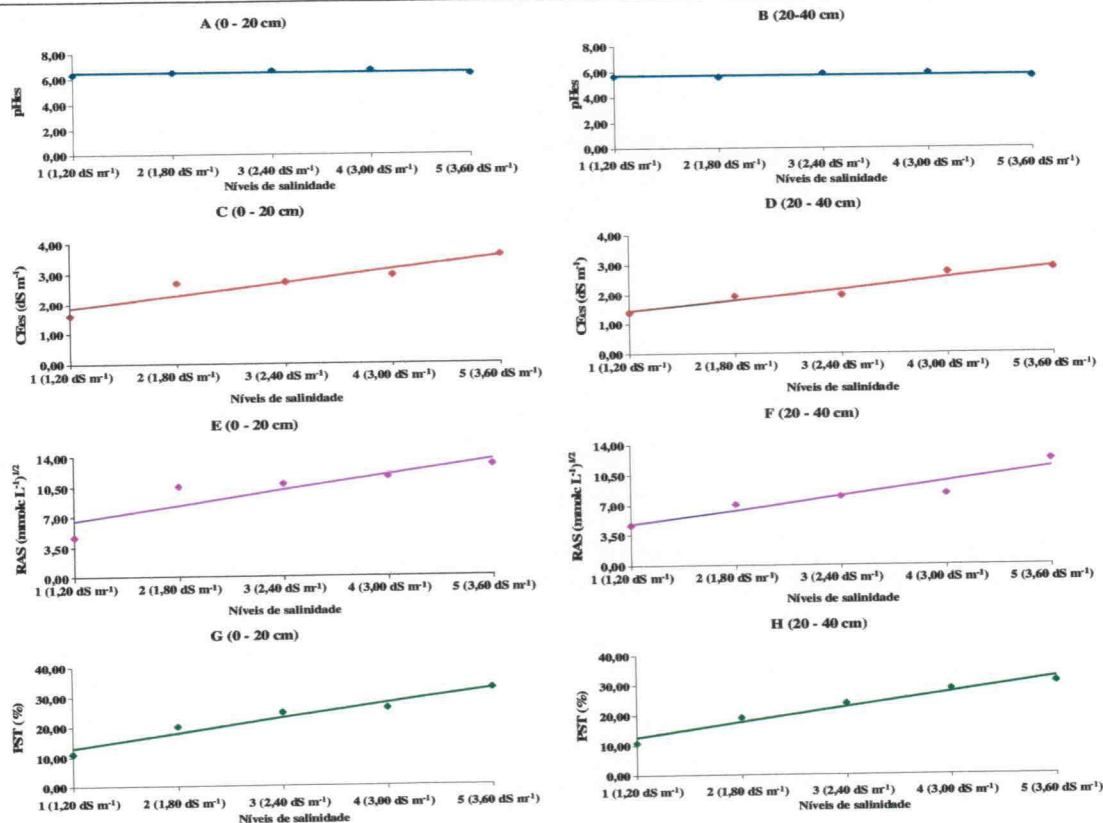


Figura 20. Salinidade do solo [pH (A e B), CE_{es} (C e D), RAS (E e F) e PST (G e H)], nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), aos 615 DAT. Lagoa Seca, PB, 2010

6. CONCLUSÕES

Primeira etapa: avaliações até 165 DAT (sem aplicação dos tratamentos salinos)

1. As fases fenológicas do pinhão-manso, bravo e roxo diferem cronologicamente;
2. Até 165 DAT, o pinhão-bravo cresce mais em altura de planta do que o manso e o roxo e o pinhão-manso cresce mais em diâmetro caulinar do que o bravo e o roxo;
3. Até 165 DAT, o pinhão-roxo emite mais folhas do que o manso e o bravo e as maiores médias de número de folhas por planta do pinhão-manso, bravo e roxo ocorrem durante a fase de frutificação;
4. As maiores taxas de crescimento relativo em altura de plantas ocorrem na fase de crescimento vegetativo, com pinhão-bravo mais eficiente do que o manso e o roxo;
5. Em diâmetro caulinar, as maiores taxas de crescimento relativo ocorrem na fase de crescimento vegetativo, com pinhão-manso mais eficiente do que o roxo e o bravo;
6. As menores taxas de crescimento relativo em altura de plantas e diâmetro caulinar em pinhão-manso, bravo e roxo coincidem com as fases produtivas das plantas;

Segunda etapa: avaliações após 165 DAT (com aplicação dos tratamentos salinos)

7. Condutividades elétricas da água até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$ não afetam as variáveis de crescimento, de produção e o teor de óleo do pinhão-manso, do bravo e do roxo;
8. Até 615 DAT, 1594,50 mm de chuva contribuem com crescimento e produção similar das plantas de pinhão-manso, bravo e roxo, nas condições salinas e de sequeiro;
9. Aos 600 DAT, o estresse salino diminui a condutância estomática, a transpiração e a taxa de fotossíntese líquida do pinhão-manso e não afeta o pinhão-bravo e o roxo;
10. Até 615 DAT, sob influência dos níveis de salinidade, planta de pinhão-manso produz: mais óleo ($\text{PM} > \text{PR} > \text{PB}$), mais fitomassa de frutos ($\text{PM} > \text{PB} > \text{PR}$) e mais fitomassa de sementes ($\text{PM} > \text{PR} > \text{PB}$); e planta de pinhão-roxo produz: mais cachos ($\text{PR} > \text{PM} > \text{PB}$) e mais frutos ($\text{PR} > \text{PM} > \text{PB}$);
11. Antes do período das chuvas, aumentam o 'pH_{es}', a 'CE_{es}' e a 'PST' do solo, após 6 meses com irrigação salina, sem caracterizá-lo como salino, e após seis meses com chuvas de 625,50 mm, o 'pH_{es}', a 'CE_{es}' e a 'PST' estão dentro da normalidade;
12. A lavagem do solo por meio das chuvas lixiviam os sais;
13. No final da pesquisa, após 120 dias, sob baixo volume de chuvas, alta taxa de evapotranspiração e irrigação com águas salinizadas aumentam o 'pH_{es}', a 'CE_{es}' e a 'PST' do solo, caracterizando-o como ligeiramente salino e sódico.

7. LITERATURA CITADA

- ABREU, I. C.; MARINHO, A. S. S.; PAES, A. M. A.; FREIRE, S. M. F.; OLEA, R. S. G.; BORGES, M. O. R.; BORGES, A. C. R. Hypotensive and vasorelaxant effects of ethanolic extract from *Jatropha gossypifolia* L. in rats. *Fitoterapia*, v. 74, n. 7-8, p. 650-657, 2003.
- ACHTEN W. M. J., MAES M. H., REUBENS B., MATHIJS, E., SINGH, V. P., VERCHOT, L., MUYS B. Biomass production and allocation in *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. *Biomass Bioenergy*, p. 1-10, 2010.
- ADAM, S. E. Toxic effects of *Jatropha curcas* in mice. *Toxicology*, v. 2, n. 1, p. 67-76, 1974.
- AGASTIAN, P., KINGSLEY, S. J. AND VIVEKANANDAN, M. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica*, v. 38, p. 287-290, 2000.
- ALBUQUERQUE, U. P. de e ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de Caatinga no Estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. *Acta botânica brasileira*. v. 16, n. 3, p. 273-285, 2002.
- ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.L. Operational estimates of reference evapotranspiration. *Agronomy Journal*, v. 81, p. 650-662. 1989.
- ALLEN, R. G.; SMITH, M.; PEREIRA, L. S. et al. An update for the calculation of reference evapotranspiration. *ICID Bulletin*, v. 43 n. 2, p. 35 – 90, 1994.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D., et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVES, W. W. A. Fertirrigação com água residuária na cultura do algodão de fibra marrom. 2006. Campina Grande: UFCG, 2006. 212f. Tese Doutorado.

AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. AOCS official method. 3.ed. Illinois: AOCS, 2005.

ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L.; CRUZ, M. D. M. . Irrigation Land Use Impacts in Baixo Jaguaribe Watershed. In: 4th IRCEW - Inter-regional Conference on Environment Water, 2001, Fortaleza. Competitive use and Conservation Strategies for Water and Natural Resources. Brasília: Edited by Antônio Alves Soares and Helvecio Mattana Saturnino, 2001. v. 1. p. 279-284.

ANTHONISEN, D. G.; SCHIRMER, M. A.; ANTHONISEN, E. F.; SILVA, S. D. A.; MILANI, M.; CASAGRANDE JR., J. G. Validação da espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) na determinação do teor de óleo em sementes de mamona. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 153).

AOCS, American Oil Chemists Society. Official and tentative methodo 3^a ed., Chicargo, v. 1, 1985.

ARRUDA, F. P. de.; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A, P. de.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semi-Árido nordestino. Revista. brasileira de oleaginosas e fibrosas, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

BARBOSA, Z. Efeito do P e do Zn na nutrição e crescimento de *M. urundeuva* (aroeira do sertão). Lavras: ESAL, 1994. 105p. (Dissertação - Mestrado).

BELTRÃO, N. E. de M. Considerações gerais sobre o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. Campina Grande-PB, 2006. 4p. [HTTP://www.mda.gov.br/saf/arquivos/0705910897.doc](http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/0705910897.doc) 20/02/2008.

BEN-HUR, M.; LI, F. H.; KEREN, R.; RAVINA, I; SHALIT, G. Water and salt distribution in a field irrigated with marginal water under high water table conditions. *Soil Science American Journal*, v. 65, p. 191-198, 2001.

BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal, FUNEP, 2003. 41p

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 4. Ed. – Viçosa: Ed. UFV, 1987.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8. Ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006.

BOHN, H.L.; McNEAL, B.L.; O'CONNOR, G.A. Soil chemistry. 2.ed. John Wiley & Sons, New York, 1985. 341p

BORGES, Alberto de Campos. Topografia. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1977.

BRASIL, Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. Brasília: STI/CIT, 1985, 364p.

CARNIELLI, F. O combustível do futuro. <http://www.ufmg.br/boletim>. 20 fev. 2008.

CAVALCANTI, M.L.F.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; BARROS JÚNIOR, G.; SOARES, F.A.L.; SIQUEIRA, E.C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, (Suplemento), p.57-61, 2005a.

CERQUEIRA, E. C.; CASTRO NETO, M. T.; PEIXOTO, C. P.; SOARES FILHO, W. S. LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, J. G. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2004.

CORTESÃO, M. Culturas tropicais: plantas oleaginosas. Lisboa: Clássica, 1956. 231p.

COSTA, J. R., PINHO, J. L. N., PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 5, p. 443–450, 2008.

DANTAS NETO, J.; FERNANDES, P. D. Cultivo de pinhão-mansão irrigado com águas de qualidade inferior: exigências hídricas e produção de biodiesel. 2006. 37p. Projeto de Pesquisa (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico/CNPq - Edital CNPq nº 02/2006 - Edital Universal) - Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2006.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A. Cultivo do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.): para produção de óleo combustível. Viçosa – MG, 2007. 40p.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Guidelines for predicting crop water requirements. Roma: FAO, 1975. 198p. (Irrigation and Drenage Paper 24).

DOWNTON, W. J. S., LOVEYS, B. R. AND GRANT, W. J. R. Salinity effects on the stomatal behaviour of grapevine. *New Phytologist*, n. 116, p. 499-503. 1990.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; FERRER, J. L. R.; MACHADO, R. A. F. Adaptação de milho às condições de seca: 2. Florescimento e maturidade fisiológica de sementes de linhagens contrastantes para o parâmetro fenotípico IFMF. In: Congresso Nacional de milho e sorgo, 23., 2000, Uberlândia.: ABMS, 2000. CD-Rom.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212p.

EVANGELISTA, A.W.P.; ALVES JÚNIOR, J.; FERREIRA, R.C.; NOGUEIRA, K.M.G. Resposta em crescimento do pinhão-mansão à aplicação de diferentes lâminas de irrigação. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-mansão. 1., 2009, Brasília: Embrapa e ABPPM, 2009. 4p.

FAGUNDES, F. P.; BEZERRA, J. P.; GARCIA, M. A.; MEDEIROS, A. C. R.; BORGES, M. R.; GARCIA, R. B.; COSTA, M. Avaliação das propriedades do óleo de mamona na produção de biocombustível. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2005, Salvador. Anais eletrônicos Disponível em: http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0617_05.pdf. Acesso em: 10 ago. de 2008.

FERNANDES, J. D. Análise técnica e econômica da adubação mineral e orgânica sob o cultivo da mamona e do pinhão-mansão. Campina Grande: UFCG, 2010. 195f. Tese Doutorado

FERREIRA, D.F. Sisvar - Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FERREIRA, P. A. Aspectos físico-químicos do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M (ed). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB-SBEA, p.37-68, 1997.

FERREIRA, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.

FOIDL, N.; FOIDL, G., SANCHEZ, M.; MITTELBACH, M.; HACKEL, S.; *Jatropha curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua. Bioresource Technology, v. 58. p. 77-82, 1996.

FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potencial and perspectives of *Jatropha* plantations. Natural Resources Fórum. v. 29, p. 12-24, 2005.

GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; BATISTA, M.A.F. Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos e sódicos. Campina Grande, UFPB, 1997, 60p.

GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: Simpósio "Manejo e controle de salinidade na agricultura irrigada". Campina Grande: UFPB, 1997. 383p.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 11. Ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, ESALQ., Nobel, 466p, 1985.

GRACIANO, E. S. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, D. R. M.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.15, n.8, p.794–800, 2011.

GUBITZ, G. M.; MITTELBAACH, M.; TRABI, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. Bioresour. Technol. v. 67, n. 1, p. 73–82. 1999.

GUIMARÃES, ANDREIA de SOUSA ; BELTRÃO, NAPOLEÃO ESBERARD de MACÊDO ; COSTA, SANY G . Fontes e doses crescentes de adubos orgânicos e mineral no crescimento inicial de pinhão-manso. In: II CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2007, Brasília, DF. p. 41.

JALEEL, C. A., MANIVANNAN, P., WAHID, A., FAROOQ, M., AL-JUBURI, H. J., SOMASUNDARAM, R., PANNEERSELVAM, R., 2009. Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. International Journal Agricultural Biology, 11, p. 100–105.

JOHNSON, D. A.; BROWN, R. W. Psychrometric analysis of turgor pressure response: a possible technique for evaluating plant water stress resistance. Crop Science, v. 17, p. 507-510, 1977.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 45p.

KOCHHAR, S.; KOCHHAR, V. K.; SINGH, S. P.; KATIYAR, R. S.; PUSHANGADAN, P. Differential rooting and sprouting behaviour of two *Jatropha* species and associated physiological and biochemical changes. Current Science, v. 89, n. 6, p.936-939, 2005.

- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. Tradução: PRADO, C. H. B. A. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LAVIOLA, B. G. Palestra: Recursos genéticos e melhoramento do pinhão-manso.. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso. 1., 2009. Brasília: Embrapa Agroenergia. 2009. Disponível em <http://www.cnpae.embrapa.br>. Acessado em 18 de janeiro de 2011.
- LAZOF, D. B.; BERNSTEIN, N. Effects of salinization on nutrient transport to lettuce leaves: consideration of leaf developmental stage. *The New Phytologist*, v. 144, n. 1, p. 85-94, 1999.
- LIMA, J. R. O.; SANTOS, L. S. S.; LIMA NETO, A. F.; MOURA, E. M. de; MOURA, C. V. R. de. Produção de biodiesel a partir de potenciais oleaginosas do Nordeste. In: 30^a Reunião Anual Sociedade Brasileira de Química - SBQ, 2007, São Paulo: SBQ, 2007. CDROM.
- LIMA, P. C. R. O biodiesel e a inclusão social. Consultorias Legislativa, 2004, p.33, Disponível em: http://apache.camara.gov.br/portal/arquivos/Camara/internet/publicacoes/estnottec/pdf/2004_676_Estudo.pdf> Acesso em: agosto, 2008.
- MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 12, p.1161-1170, 2005.
- MAGALHÃES FILHO, J. R., AMARAL, L. R., MACHADO, D. F. S. P., MEDINA, C. L., MACHADO, E. C., 2008. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeiras 'Valencia' sobre dois tipos de portas-enxerto. *Bragantia*, 66, n. 1, p. 75-82.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K.; SPORER, F.; WINK, M. Studies on Nutritive Potential and Toxic Constituents of Different Provenances of *Jatropha curcas*: *Journal of Agriculture Food Chemistry*, v.45, n.8, p.3152-3157, 1997.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MEDEIROS, J. F. de. Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. Dissertação Mestrado.

MENCUCCINI M., MAMBELLI S. & COMSTOCK J. Stomatal responsiveness to leaf water status in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a function of time of day. *Plant, Cell and Environment*, v. 23, p.1109–1118, 2000.

MONTEITH, J. L. Evaporation and environment. *Symp. Soc. Expl. Biol.*, v. 19, p.205 - 234, 1965.

MOTHÉ, C. G.; CORREIA, D. Z.; CASTRO, B. C. S. DE.; CAITANO, M. Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de mamona. *Revista Analytica*, v. 19, p. 40-44, 2005.

NERY, A. R. Crescimento e desenvolvimento do Pinhão-mansão irrigado com águas salinas sob ambiente protegido. Campina Grande: UFCG, 2008. 116f. Dissertação de Mestrado

NERY, A. R. Crescimento e desenvolvimento do pinhão-mansão irrigado com águas residuária e salinizada – segundo ciclo de produção. Campina Grande: UFCG, 2011. 212f. Tese Doutorado

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. Crescimento do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 5, p.551-558, 2009.

NERY, A.R.; RODRIGUES, L.N., SILVA, M.B.R., FERNANDES, P.D. FERREIRA, D.J.L.; XAVIER, D.A. Produção do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-mansão. 1., 2009, Brasília: Embrapa e ABPPM, 2009b. 4p.

NOBLE, C. L.; ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. *Plant and Soil*, v. 146, n. 1/2, p. 99-107, 1992.

NOGUEIRA, R. J. M. C., MORAES, J. A. P. V., BURITY, H. A. Alterações na resistência a difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 13, n.1, p. 75-87, 2001.

OLIVEIRA, Jefferson S; LEITE, Polyanna M.; SOUZA, Lincoln B. de; Vinicius Moreira Mello; RUBIM, Joel Camargo; MENEGHETTI, Simoni Plentz; SUAREZ, P. A. Z. Avaliação preliminar de parâmetros físico-químicos do óleo e biodiesel de pinhão-roxo (*Jatropha gossypifolia* L.). In: 29ª reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006, Águas de Lindóia. 29ª reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006.

OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O. V. Extração de óleo de girassol utilizando mini-prensa. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27p. (Documentos, 237).

OREN, R et al. Sensitivity of mean canopy stomatal conductance to vapor pressure deficit in a flooded *Taxodium distichum* L. forest: hydraulic and non-hydraulic effects. *Oecologia*, n. 126, p.21-29, 2001.

ORHAN, A. S.; DULGER, Z.; KAHRAMAN, N.; VERIZOGLU, T. N. Internal combustion engines fueled by natural gas-hydrogen mixtures. *International Journal of Hydrogen Energy*. v. 29, n. 14, p. 1527-1539, 2004.

PAVANI, L. C. Evapotranspiração e produtividade em feijoeiro comum (*Phaseolus Vulgaris* L. cv. Goiano Precoce) sob três níveis de potencial de água no solo. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 171p. Dissertação Mestrado

PEIXOTO, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.

PENMAN, H. L. Evaporation : an Introductory Survey. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, n. 4, p. 9 – 29. 1956.

PEREIRA, O. J.; MATIAS FILHO, J.; ANDRADE, E. M. Variação do teor de sais no solo irrigado por aspersão e ação da chuva na sua lixiviação. *Ciência Agrônômica*, v. 17, p. 61-65, 1986.

PIMENTEL, C. A relação da planta com água. Rio de Janeiro: Edur, 191p, 2004

- PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. Seropédica: Edur, 1998. 150p, 1998
- PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. 2. Ed. Madri: Editorial Española S.A., 1985. 542p.
- PREGNOLATTO, W; PREGNOLATTO, N. P. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, Volume 1, Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, 3.^a Edição. Secretaria Estadual da Saúde, São Paulo, SP, 1985. 533 p.
- PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL (PNPB), 2007 Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>. Acesso em 16 de agosto de 2008.
- PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O. A. Pinhão-manso. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p.
- QUEIROZ, M. F.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; ARRIEL, N. H. C.; LEITE, S. F. Fitomassa de frutos de *Jatropha* cultivada em diferentes lâminas de irrigação. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão-manso. 2., 2011, Brasília: Embrapa e ABPPM, 2011. 2p.
- RAIJ, B.van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Potafos, 1991. 343p.
- RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel, um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, v.31, p.28-37, 2003.
- RATREE, S. A. Preliminary study on physic nut *Jatropha curcas* in thailand. Journal of Biological Sciences, v.7, n.9, p.1620-1623, 2004.
- RAVEN P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Movimento de água e soluto nas plantas. In: Biologia Vegetal. 6^a ed. Rio de Janeiro: Guanagara Koogan, 2001. 720p.
- RENGASAMY, P.; OLSSON, K.A. Irrigation and sodicity. Australian Journal of Agriculture Research, v.31, p.821-837, 1993.

- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M.; Uso de águas salinas para produção agrícola. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, J. R. de; QUEIROZ, J. E. FAO: Irrigação e Drenagem. Campina Grande: UFPB, n. 48, 2000. 117p.
- RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J.; MONTENEGRO, A.A.A. Solos holomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: URI, N.; MARQUES, (Ed.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003.
- RICHARDS, L. A. Diagnóstico e recuperación de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos da América, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- RICHARDS, L. A. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos e sódicos. United States Departamento f Agriculture (USDA), México, 1977, 172p.
- RODRIGUES, A. M. C.; GAMA, S. S; LINS, R. T.; RODRIGUES, P. R.; SILVA, L.H.M. Estudo da Potencialidade de Três Oleaginosas Amazônicas para a Produção de Biodiesel. In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília. Anais eletrônicos... Disponível em: <
<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/Outros/EstudoPotencialidade6.pdf>>. Acesso em: 10 de agosto de 2008.
- RODRIGUES FILHO, R. S. Crescimento, trocas gasosas e rendimento do pinhão-manso sob irrigação suplementar com água Salina e residuária. Areia: UFPB, 2011. 172f. Tese Doutorado
- ROZA, F. A. Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas à deficiência hídrica. Ilheus: UESC, 2010. 67f. Dissertação Mestrado
- RUPPEL, T. & HALL, G. Glicerina Livre e Total em Biodiesel B100 por Cromatografia a Gás. Revista Analytica, v.30, p.90-95, 2007.
- SCHOLES, J. D. & HORTON, P. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: Simultaneous measurements. In: HENDRY, G. A. F. & GRIME, J. P. (edS). Methods in comparative plant ecology. London: Chapman & Hall, p. 130-135, 1993.

- SANGHA, M. K.; GUPTA, P. K.; THAPAR, V. K.; VERMA, S. R. Storage Studies on Plant Oils and their Methyl Esters. *Agricultural Engineering International: Journal of Scientific Research and Development*. v.6, p.1-13, 2004.
- SANTIAGO, F. dos. S. Efeito do manejo da irrigação na salinidade e umidade de neossolo flúvico, com a cultivar de repolho midori (*Brassica oleracea* var. capitata), no município de Pesqueira/PE. Recife: UFRPE, 2002. 115 f. Dissertação de Mestrado
- SANTOS, C.M. Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas. Rio Largo: UFAL, 2008. 67p. Dissertação de Mestrado
- SANTOS, J. W. dos; ALMEIDA, F. de A. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; CAVALCANTI, F. B. *Estatística Experimental Aplicada*. 2.ed. Revisada e Ampliada. Campina Grande: Embrapa Algodão/ Universidade Federal de Campina Grande, 2008
- SANTOS, J. W. dos; GHEYI, H. R. *Estatística experimental aplicada – Tópicos de engenharia agrícola e agrônômica*. Ed. Gráfica Marcone Ltda. Campina Grande. 2003. 213p.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J. TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, EPAMIG, v.26, n.229, p.44-78, 2005.
- SAUSEN, T. L., 2007. Respostas fisiológicas de *Ricinus communis* à redução da disponibilidade hídrica no solo. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SEDIYAMA, G. C. Necessidade de água para os cultivos. Brasília, ABEAS, 1987. 143p.
- SETIN, D.W. Porta-enxertos múltiplos de limoeiro ‘cravo’ e citrumeleiro ‘swingle’ em laranja ‘valência’. Campinas, 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Capinas, Campinas, 2007.
- SHAH, S.; SHARMA, A., GUPTA, M. N. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by enzyme assisted three phase partitioning. *Industrial crops and products*. v. 20, p. 275-279, 2004.

SHAH, S.; SHARMA, A., GUPTA, M. N. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by combination of ultrasonication and aqueous enzymatic oil extraction. *Bioresource technology*, v.96, p.121-123, 2005.

SHALHEVET, J.; REINIGER, P.; SHIMSHI, D. Peanut response to uniform and non-uniform soil salinity. *Agronomy Journal*. v. 61, p. 384-387, 1969.

SILVA, F. C. Uso de dispositivos lisimétricos para medida da evapotranspiração de referência. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 68p. Dissertação Mestrado

SILVA, M. B. R. Crescimento, desenvolvimento e produção do pinhão-mansão irrigado com água residuária em função da evapotranspiração. Campina Grande: UFCG, 2009. 151f. Tese Doutorado

SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; VIÉGAS, R. A. Crescimento e produção do pinhão-mansão irrigado com água residuária sob condições de estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.6, p.621-629, 2011.

SILVA, S. D. A.; GOMES, C. B.; UENO, B.; ANTHONISEN, D. G.; GALHARÇA, S. P.; BAMMANN, I.; ZANATTA Z. G. C. N. Avaliação de cultivares de mamona em Pelotas - RS, Safra 2003/04. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2004, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CDROM.

SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.4, p.335-342, 2008.

SMITH, M. Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements: Rome: FAO, 1991, 54p.

SOCIAS, X et al. The role of abscisic acid and water relations in drought responses of subterranean clover. *Journal Experimental Botany*, n. 48, p.1281-1288, 1997.

- SOUSA, A. E.; SOARES, F. A. L.; NASCIMENTO, E. C. S.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e trocas gasosas de pinhão-manso irrigados com água salina. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 2009, Fortaleza, CE.
- SOUSA, A. P.; DANTAS NETO, J. Manejo de irrigação através do balanço de água no solo. Teresina: Embrapa – CPAMN, 1997, 36p. (Embrapa-CPANM. Documentos, 23).
- STIRPE, F.; PESSION-BRIZZI, A.; LORENZONI E, STROCCHI, P; MONTANARO, L; SPERTI S. Studies on the proteins from the seeds of *Croton tiglium* and of *Jatropha curcas*. Toxic properties and inhibition of protein synthesis in vitro: *Biochem J*, v.15, n.156, p.1– 6, 1976.
- SUASSUNA, J. F. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de formação de porta-enxerto. Campina Grande: UFCG, 2011. 119f. Dissertação de Mestrado.
- SUBRAMANIAN, K. A.; SINGAL, S. K.; SAXENA, M.; SINGHAL, S. Utilization of liquid biofuels in automotive diesel engines: An India perspective. *Biomass & Bioenergy*. v. 29, p. 65-72, 2005.
- SUJATHA, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Shoot bud proliferation from axillary nodes and leaf sections of non-toxic *Jatropha curcas* L. *Plant Growth Regulation*. v. 47, n. 1, p.83-90, 2005.
- SULTANA, N.; IKEDA, T.; ITOH, R. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany*, v. 42, p.211-220, 1999.
- SUMNER, M.E. Sodic soils: new perspectives. *Australian Journal of Soil Research*, v.31, p.683-750, 1993.
- SUN, J.; DAI, S.; WANG, R.; CHEN, S.; ZHOU, X.; SHEN, X.; ZHENG,X.; ZHANG, Z.; SONG, J.; XU, Y. Calcium mediates root K⁺/Na⁺ homeostasis in poplar species differing in salttolerance. *Tree Physiology*, v.29, p.1175-1186, 2009.

SZABOLCS, I. Salt-affected soils. Florida: Library of Congress, 1989. 274p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TÁVORA, F. J. A. F. A Cultura da mamona. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, 1982. 111 p.

TEIXEIRA, J. P. F. Teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha* SPP. *Bragantia*, v.46, n.1, p.151-157, 1987.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E. K.; SOUSA, L. A. S.; RESENDE, P. L.; SILVA, N. D. Cultivo do pinhão-mansão para produção de biodiesel. Viçosa-MG, Centro de Produções Técnicas - CPT, 2007. 220p.

TOUREIRO, A.; LARANJEIRA, I.; SERRALHEIRO, R. Estudo das condições de lixiviação e dos riscos de salinização dos solos de barro do alqueva: Drenagem de um solo de barro por subsolagem e drenos toupeira. In: Congresso Nacional de Rega e Drenagem. 2., 2007, Fundação, 2007. 10p.

VALE, L. S. do ; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão-mansão. In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília. I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel.

VERAS, R.P.; LAIME, E.M.O.; FERNANDES, P.D.; SOARES, F.A.L.; FREIRE, E.A. Altura de planta, diâmetro caulinar e produção do pinhão-mansão sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.6, p.582-587, 2011.

YAO, X.; HORIE, T.; XUE, S.; LEUNG, H. Y.; KATSUHARA, M.; BRODSKY, D. E.; SCHROEDER, J. I. Differential sodium and potassium transport selectivities of the rice OsHKT2;1 and OsHKT2;2 transporters in plant cells. *Plant Physiology*, v.1, p.341-355, 2010.

WANDERLEY FILHO, H. C. L.; CAVALCANTE, P. G. S.; SILVA JUNIOR, I. M; SILVA A. H. A.; ENDRES, L.; CRUZ. S. J. S. Trocas gasosas em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) sob estresse salino. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 2009, Fortaleza, CE.

WICHELNS, D.; CONE, D.; STUHR, G. Evaluating the impact of irrigation and drainage policies on agricultural sustainability. *Irrigation and Drainage Systems*, v.16, n.1, p.1-14, 2002.

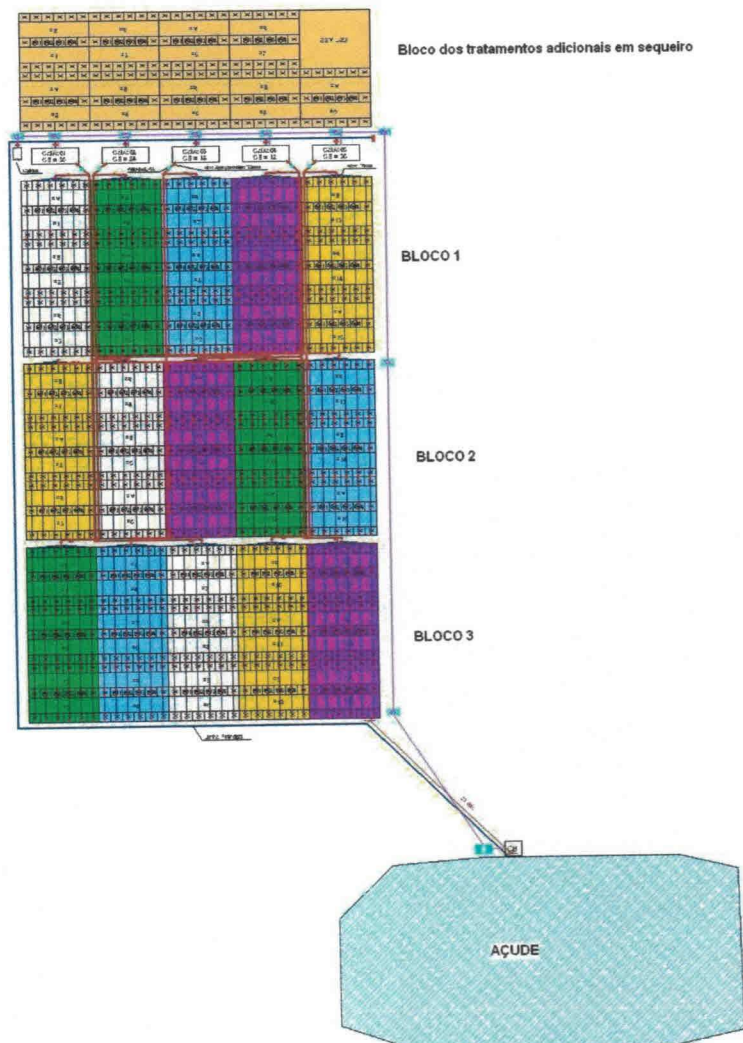
XU, H.L.; GAUTHIER, L.; GOSSELIN, A. Photosynthetic responses of greenhouse tomato plants to high solution electrical conductivity and low soil water content. *Journal of Horticultural Science*, v. 69, p.821-832, 1994.

ZISKA, L. H., SEEMAN, L. H. AND DEJONG, T. M. 1990. Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species. *Plant Physiology*, n. 93, p. 864-870, 1990.



8. APÊNDICE

Apêndice I - Croqui do experimento

**Legenda:**

Três parcelas na cor branca (CEa de $3,0 \text{ dSm}^{-1}$) = 9 subparcelas com as espécies

Três parcelas na cor verde (CEa de $2,4 \text{ dSm}^{-1}$) = 9 subparcelas com as espécies

Três parcelas na cor azul (CEa de $1,8 \text{ dSm}^{-1}$) = 9 subparcelas com as espécies

Três parcelas na cor rosa (CEa de $1,2 \text{ dSm}^{-1}$) = 9 subparcelas com as espécies

Três parcelas na cor amarela (CEa de $3,6 \text{ dSm}^{-1}$) = 9 subparcelas com as espécies

Três parcelas na cor marrom = condições de sequeiro = 9 subparcelas com as espécies

CEa = Condutividade elétrica da água de irrigação.

Apêndice I - Croqui do experimento

Vista do experimento de campo – CCAA/CAMPUS II/LAGOA SECA, PB



Vista de subparcela experimental com plantas de pinhão-mansó

Apêndice II Produção de mudas de pinhão-mansó, bravo e roxo em viveiro



Mudas sendo produzidas no viveiro

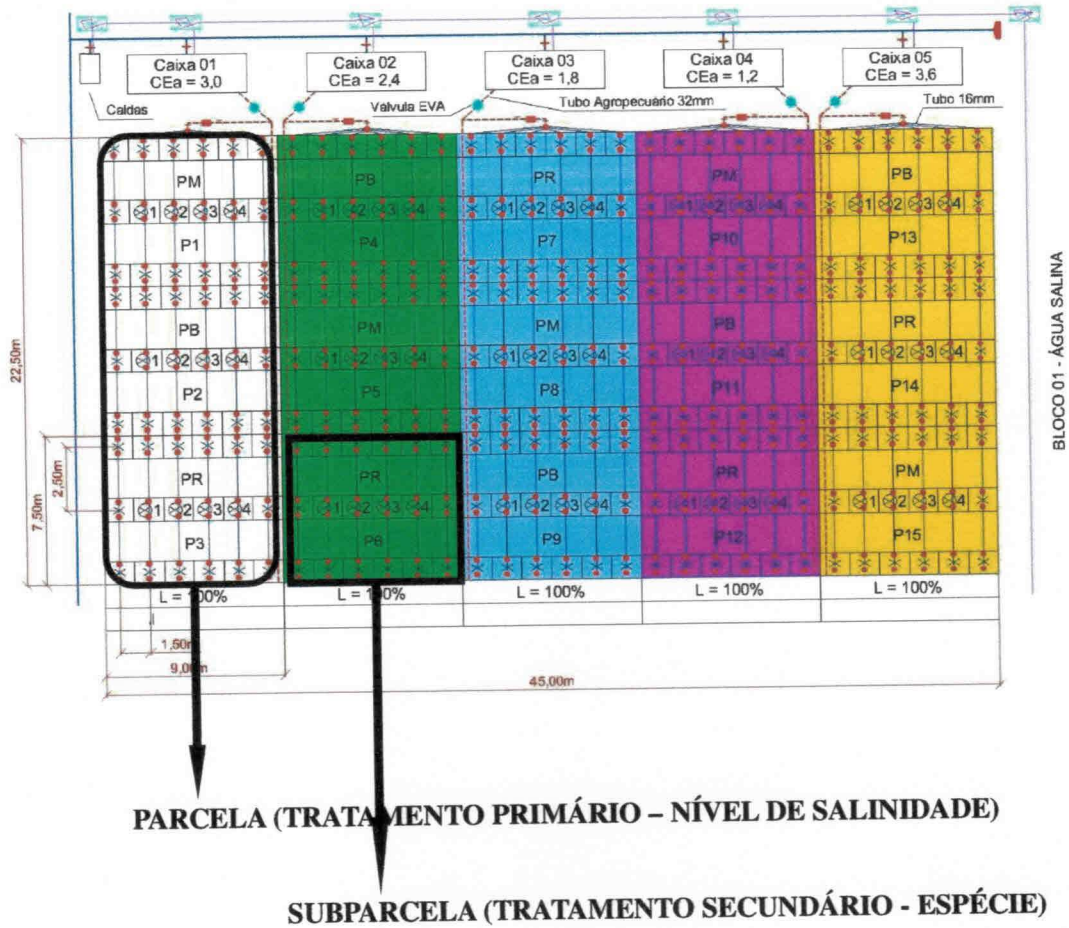


Mudas já bem desenvolvidas



Transplante de muda para o local definitivo

Apêndice III – Bloco 01 do experimento



Legenda:

PM = pinhão-manso

PB = pinhão-bravo

PR = pinhão-roxo

P1 a P15 = subparcelas

Caixas de 1 a 5: Tratamentos salinos (CEa 1,20 a 3,60 dS m^{-1})

Parcela 1 = (P1+P2+P3)

Parcela 2 = (P4+P5+P6)

Parcela 3 = (P7+P8+P9)

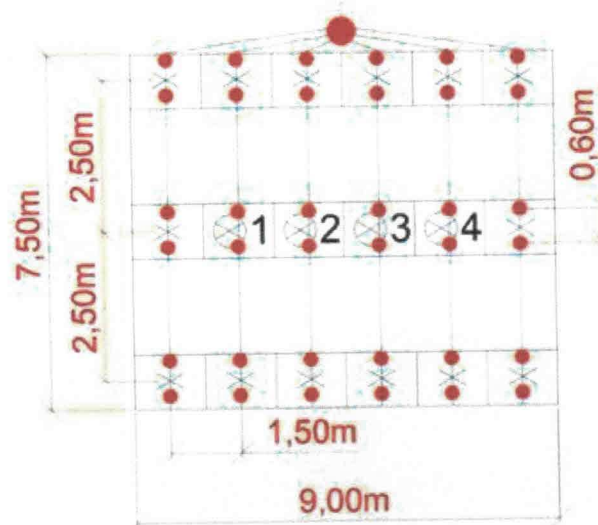
Parcela 4 = (P10+P11+P12)

Parcela 5 = (P13+P14+P15)

Apêndice IV – Quadro de análises resumido para parcelas subdivididas no espaço (A) e em blocos casualizados para testar os contrastes entre os tratamentos salinos vs sequeiro (B)

(A)		
FONTE DE VARIAÇÃO (FV)		GRAUS DE LIBERDADE (GL)
BLOCO	(J - 1)	2
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA (CEa)	(L - 1)	4
ERRO OU RESÍDUO (a)	(J - 1) (L - 1)	8
PARCELAS	(LJ-1)	(14)
ESPÉCIES DE PINHÃO (EP)	(K - 1)	2
(CEa) x (EP)	(L - 1) (K - 1)	8
ERRO OU RESÍDUO (b)	L (J - 1) (K - 1)	20
TOTAL	L J K - 1	44
(B)		
BLOCO		2
TRATAMENTOS		17
Erro ou resíduo adicional		34
TOTAL		53

FONTE: SANTOS et al. (2008)

Apêndice V – Croqui da subparcela experimental**Legenda:**

Os pontos em vermelho são os gotejadores

Os 'X' são as plantas de *Jatropha*

Os 'X' circulados são as plantas úteis

Apêndice VI – Croqui do bloco com os tratamentos adicionais em sequeiro

x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	SEM USO									
PB					PR					PM						PR								
⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4					⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4					⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4						⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4								
P1					P3					P5						P7								
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x				
PM					PB					PR					PB					PM				
⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4					⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4					⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4					⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4					⊗1 ⊗2 ⊗3 ⊗4				
P2					P4					P6					P8					P9				
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					



Plantas sob condição de sequeiro

UFCC - BIBLIOTECA

Apêndice VII – Coleta de solo para análises em Laboratório



Tubo de ferro para coletar o solo

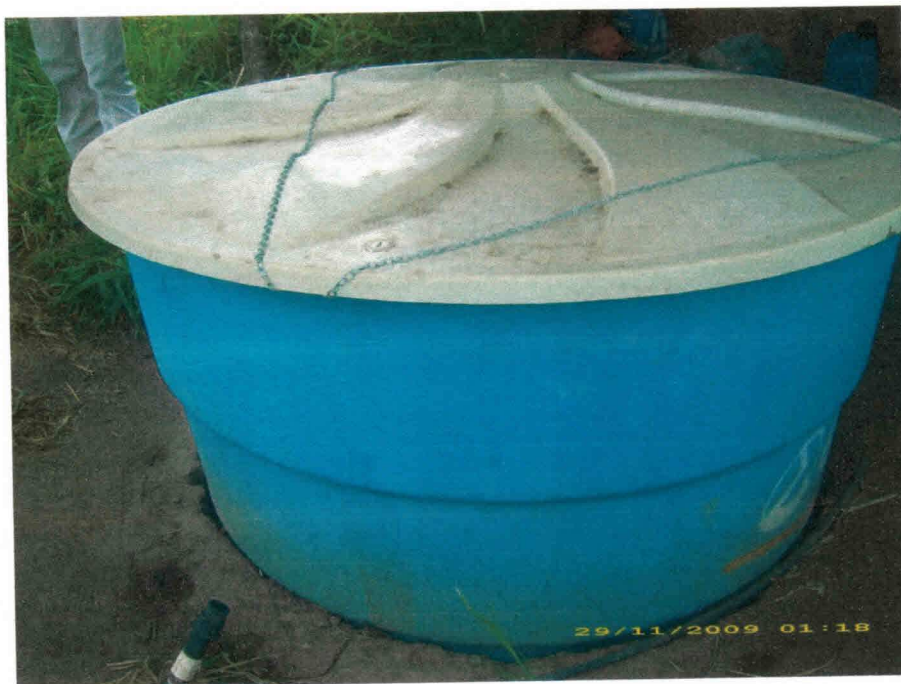


Retirada do solo do tubo

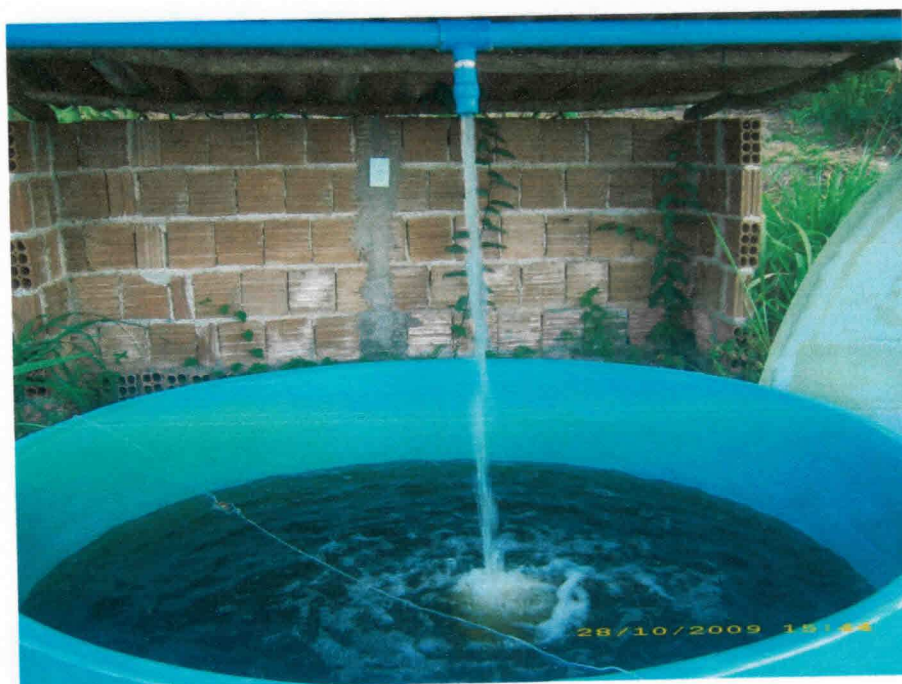


Amostras de solo secando na estufa solar

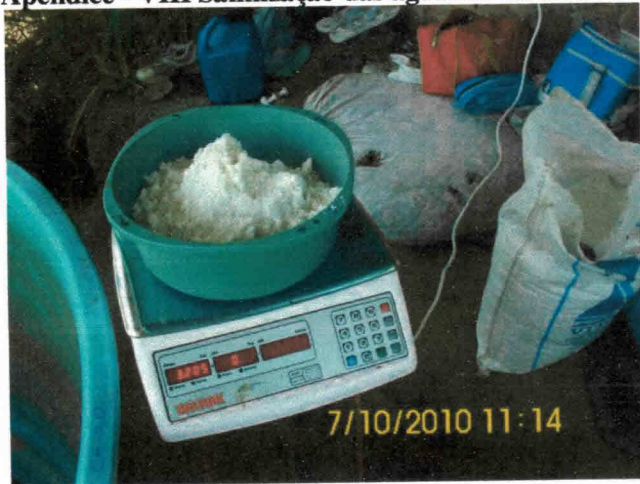
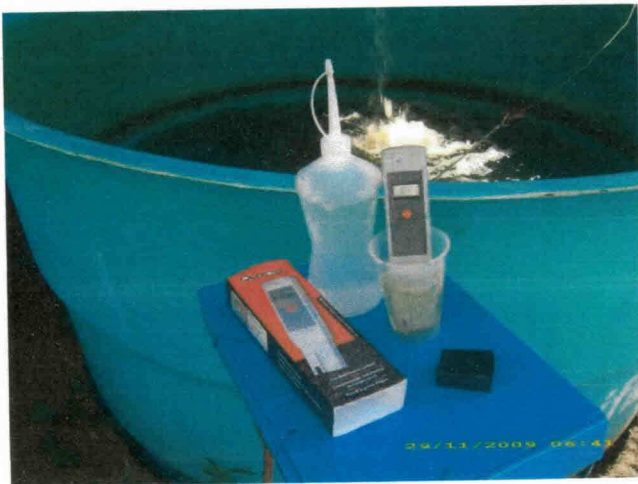
Apêndice - VIII Salinização das águas com NaCl de acordo com os tratamentos



Caixa de 3000 L – tratamentos salinos



Caixa de 3000 L – bombeamento da água do açude

Apêndice - VIII Salinização das águas com NaCl de acordo com os tratamentos**Pesagem do NaCl****Determinação da CEa em dS m^{-1}** **Mistura do NaCl com a água de irrigação**

Apêndice IX – Cálculo de NaCl por tratamento

CÁLCULO DA QUANTIDADE DE (NaCl) PARA CADA TRATAMENTO SALINO

Quant. de NaCl = $640 \cdot (\text{CE da água desejada}) = \text{mg/litro}$ (RICHARDS, 1954)

$$\text{CE} = 1 \text{dSm}^{-1} = 640$$

$$\text{CE} = \text{TSD} \cdot 10$$

PROCEDIMENTO PARA CADA CAIXA DE ÁGUA (3000L):

CAIXA DE ÁGUA $3,6 \text{dSm}^{-1}$ CAIXA Nº 05

1º) Determine o volume de água em litros remanescente (ainda existente) da última irrigação na caixa de água = _____ Litros

2º) Colete uma amostra da água ($\pm 300 \text{ml}$ num recipiente de vidro) do açude na tubulação que enche a caixa de água e faça a leitura da condutividade (CE da água) = _____ dSm^{-1} ;

3º) Subtraia o valor da CE da amostra de água coletada do valor da CE desejada
CE CORRIGIDA = _____ - _____ = _____ dSm^{-1} ;

4º) Use a fórmula de RICHARDS (1954) para determinar a quantidade de NaCl a ser acrescentado na caixa de água; Lembre-se de usar o valor da CE CORRIGIDA.
Quant. NaCl = $640 \cdot \text{CE CORRIGIDA} = \text{_____ mg/L}$. Multiplique o resultado pelo volume de água que será salinizado = capacidade da caixa (3000L) – volume remanescente = $3000 - \text{_____} = \text{_____}$ litros. Depois divida por 1000 duas vezes (ou por um milhão 1000000) para encontrar a Quantidade NaCl em Kg. Quantidade de NaCl = _____ Kg

5º) Pese em balança digital a quantidade de NaCl determinada e acrescente uniformemente no interior da caixa de água e em seguida misture com o auxílio de um rodo de borracha.

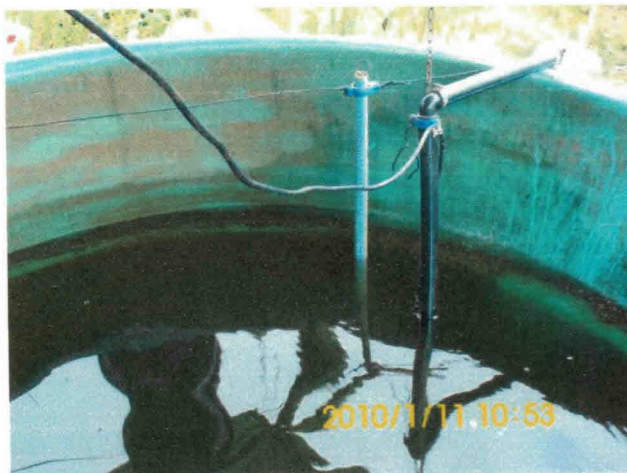
6º) Complete o volume da caixa de água até 3000L;

7º) Nas próximas salinizações, em cada caixa, a quantidade de NaCl será apenas para o volume de água necessário para enchê-la novamente. Ex. Numa caixa de 3000L após a irrigação ainda restaram 500L. Neste caso a quantidade de NaCl será calculada para 2500L.

Apêndice X — Processo de irrigação



Mistura do NaCl na água de irrigação



Caixa de 3000 L com a régua de leitura do volume (L) e tubulação preta da bomba sapo

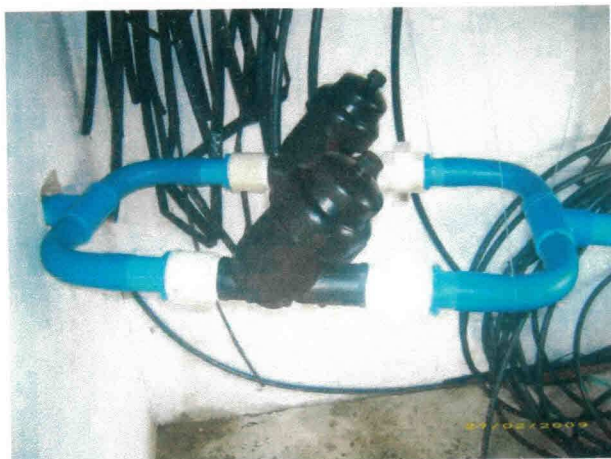


Vista das bombas sapos para irrigação - caixas de 3000 L

Apêndice XI – Quantificação do volume das caixas de 3000 L

Quantificação em (cm) do volume das caixas de 3000 litros				
Profundidade (cm) da caixa	Volume (litros) da caixa	Profundidade (cm) da caixa	Volume (litros) da caixa	
0,0	3000	73,5	1110	
1,0	2973	75,0	1074	
2,0	2946	76,5	1038	
3,0	2919	78,2	1002	
4,0	2892	79,8	966	
5,5	2856	81,3	930	
6,7	2820	83,0	894	
7,2	2802	84,5	858	
8,5	2766	86,3	822	
9,9	2730	88,0	786	
11,0	2694	89,6	750	
12,3	2658	91,5	714	
13,6	2622	93,5	678	
15,0	2586	95,0	642	
16,1	2550	97,0	606	
17,5	2514	98,7	570	
18,8	2478	100,5	534	
				Volume não utilizado nas irrigações.
20,1	2442	102,5	498	
21,5	2406			
				Volume que pode ser usado nas irrigações.
22,7	2370		2502 litros	
24,7	2334			
26,1	2298			
27,4	2262			
28,7	2226			
30,0	2190			
31,2	2154			
32,6	2118			
34,0	2082			
35,2	2046			
36,6	2010			
38,0	1974			
39,2	1938			
40,6	1902			
42,0	1866			
43,5	1830			
45,0	1794			
46,5	1758			
48,0	1722			
49,3	1686			
51,0	1650			
52,2	1614			
53,9	1578			
55,2	1542			
57,0	1506			
58,2	1470			
60,0	1434			
61,2	1398			
63,0	1362			
64,2	1326			
66,0	1290			
67,5	1254			
69,0	1218			
70,5	1182			
72,0	1146			

Apêndice XII - Sistema de irrigação por gotejamento



Sistema de filtragem da água de irrigação



Tubulação flexível 16mm



Coveamento e tubulação 16mm com gotejadores

Apêndice XII - Sistema de irrigação por gotejamento



Aranha de 6 saídas com registro



Conexão das mangueiras de 16mm na aranha de 6 saídas



Fonte de irrigação – Açude do Campus II da UEPB em Lagoa Seca – PB

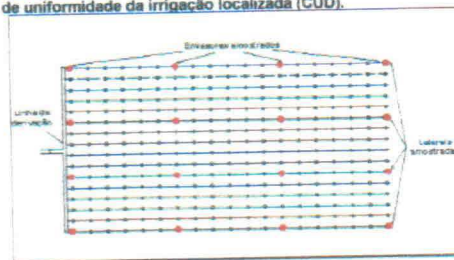
Apêndice XIV – Determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) e vazão dos gotejadores (repetição 3)

Posição da linha lateral	Posição do emissor	Volume de água (L)	Tempo (s)	Vazão (L/h)	Vazão média (L/h)	
No início da linha de derivação	No início da lateral	0,345	300	4,1	4,1	
	1/3 da lateral	0,35	300	4,2		
	2/3 da lateral	0,32	300	3,8	3,8	
	No final da lateral	0,345	300	4,1		
	Situada a 1/3 do comprimento da linha de derivação	No início da lateral	0,36	300	4,3	4,3
		1/3 da lateral	0,325	300	3,9	
2/3 da lateral		0,32	300	3,8	3,8	
No final da lateral		0,33	300	4,0		4,0
Situada a 2/3 do comprimento da linha de derivação		No início da lateral	0,33	300	4,0	
		1/3 da lateral	0,345	300	4,1	4,1
	2/3 da lateral	0,325	300	3,9	3,9	
	No final da lateral	0,315	300	3,8		3,8
	No final da linha de derivação	No início da lateral	0,335	300	4,0	
		1/3 da lateral	0,325	300	3,9	3,9
2/3 da lateral		0,34	300	4,1	4,1	
No final da lateral		0,335	300	4,0		4,0

Vazão média (L/h)
4,0

Coef. de uniformidade de distribuição (CUD, %)
95,6

Esquema de amostragem dos emissores para a determinação do coeficiente de uniformidade da irrigação localizada (CUD).



Apêndice XV - Determinação da altura, diâmetro caulinar e número de folhas



Determinação da altura das plantas



Determinação do diâmetro caulinar



Contagem das folhas

Apêndice XVI - Determinações fisiológicas – Trocas gasosas

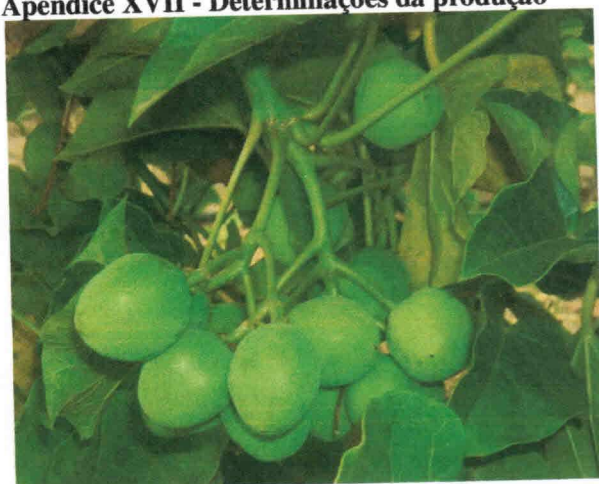


Determinação das trocas gasosas

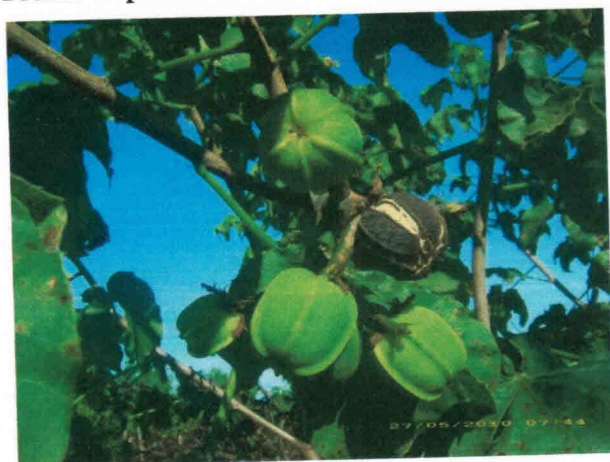


Determinação das trocas gasosas

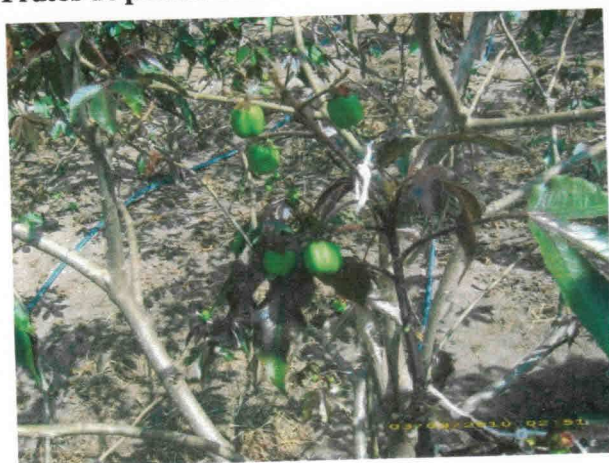
Apêndice XVII - Determinações da produção



Frutos de pinhão-manso



Frutos de pinhão-bravo



Frutos de pinhão-roxo

Apêndice XVII - Determinações da produção**Estufa elétrica para secagem dos frutos - fitomassa****Interior da estufa elétrica para secagem dos frutos - fitomassa**

Apêndice XVII - Determinações da produção



Número de cachos por planta



Da esquerda para direita: Pinhão-mansoso, bravo e roxo



Sementes de pinhão-mansoso – colheita out./09 a mar./10