

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - CTRN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS - PPGRN**

Área de Concentração: Processos Ambientais

Linha de Pesquisa: Saúde e Meio Ambiente

**ASPECTOS AGRÍCOLA E SÓCIOECONÔMICOS DO PINHÃO-MANSO
IRRIGADO COM ÁGUA SALINA NO SERIDÓ PARAIBANO**

DISSERTAÇÃO

WALBER BRENO DE SOUZA MORAES

CAMPINA GRANDE – PB

2011

WALBER BRENO DE SOUZA MORAES

BIÓLOGO

**ASPECTOS AGRÍCOLA E SÓCIOECONÔMICOS DO PINHÃO-MANSO
IRRIGADO COM ÁGUA SALINA NO SERIDÓ PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Recursos Naturais.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
PROCESSOS AMBIENTAIS**

ORIENTADORES:

PEDRO DANTAS FERNANDES – Doutor - UFCG/CTRN/UAEAg

JOSÉ DANTAS NETO – Doutor – UFCG/CTRN/UAEAg

CAMPINA GRANDE – PB

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- M827a Moraes, Walber Breno de Souza.
Aspectos agrícolas e socioeconômicos do pinhão-manso irrigado com água salina no Seridó paraibano / Walber Breno de Souza Moraes. – Campina Grande, 2011.
74 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2011.
- "Orientação: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes, Prof. Dr. José Dantas Neto".
- Referências.
1. *Jaropha curcas* (Pinhão-manso). 2. Plantas Oleaginosas.
3. Pinhão-manso - Crescimento. 4. Irrigação Salina. I. Fernandes, Pedro Dantas. II. Dantas Neto, José. III. Título.
- CDU 633.85(043)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE TECNOLOGIA EM RECURSOS NATURAIS - CTRN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS – PPGRN**

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

WALBER BRENO DE SOUZA MORAES

**ASPECTOS AGRÍCOLA E SÓCIOECONÔMICOS DO PINHÃO-MANSO
IRRIGADO COM ÁGUA SALINA NO SERIDÓ PARAIBANO**

APROVADA EM: 19/02/2011

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes – Orientador

UFCG/CTRN/UAEAg

Prof. Dr. José Dantas Neto – Orientador

UFCG/CTRN/UAEAg

Prof. Dr. Maurício Costa Goldfarb

UPE/FACETEG

Profa. Dra. Waleska Silveira

UEPB

DEDICO A

Meus pais, M^a Ester de Souza Moraes (Teinha) e Genivaldo Moraes Cruz (Geno), pelo empenho e dedicação em minha educação.

Minha companheira Danielly, pelo apoio, admiração e compreensão de minha ausência.

Meus irmãos Waleria, Wagner e Wanessa, pela torcida, apoio e admiração.

Todos meus sobrinhos, sobrinhas, cunhados e cunhadas.

Memória de meus avós paternos Marinete (Vó Nete) e João Moraes (Vô João) e materno Gabriel Nogueira (Vô Gabriel) e em vida Aristéia (Vó Téia) por todo carinho e ensinamentos.

Todos que sempre acreditaram na minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus que nos propicia a oportunidade de um meio ambiente ideal para a proliferação e evolução da vida, e com ela a capacidade do pensar enquanto ser vivo;

Aos Professores Doutores Pedro Dantas e Zé Dantas, pela orientação e incentivo neste projeto;

Aos componentes da banca examinadora Professora Waleska Silveira, Professor Mauricio Costa Goldfarb, Professor José Dantas Neto pelas valiosas contribuições e entenderem a importância científico-social de pesquisas para o desenvolvimento e manutenção do semiárido brasileiro.

Ao amigo Beranger Araújo, pelo fornecimento do local de implantação da pesquisa, conselhos e ensinamentos fornecidos.

À Amiga Francilene Cavalcante pela valiosa contribuição na correção ortográfica deste trabalho.

À Professora Gilmara da UFRPE/Unidade Acadêmica Garanhuns, pelo inestimável apoio, atenção e orientação.

Ao amigo e vaqueiro Marconilson (Nilson) pela dedicação, companheirismo, orientação e ajuda.

Aos Seridoenses, Zé, Neguinho, Nenê e Danilo pela ajuda, atenção e dedicação oferecidas.

A todos os amigos de mestrado em especial Karina Guedes, Gilberto Gouveia, Janivan Fernandes, Doroteu Honório, pelo companheirismo, ajuda e atenção oferecida.

Aos laboratoristas Francisco (Doutor) e Wilson pelo empenho, atenção e dedicação às análises de laboratório em água e solo.

Ao laboratorista Francisco (Chico) do laboratório de solos da UFCG/Pombal pelo compromisso prestado nas análises de nutrientes em folhas.

Ao pesquisador Everaldo Medeiros pela atenção, empenho e recepção nos departamentos da Embrapa Algodão nas avaliações de teor de óleo nas sementes.

A senhora Cleide Silva, secretária do programa pela atenção, paciência, por entender a importância de todos os pedidos realizados durante o curso e por seu total profissionalismo inteiramente parcial.

Aos Institutos financiadores da pesquisa, INCTSal pela concessão da bolsa, INSA/BNB pelo financiamento do projeto e orientação fornecida.

A todos que indireta ou diretamente contribuíram para esta longa jornada, complementada por um pouco de orgulho, mas embarcada de grandes esperanças para o futuro.

SUMÁRIO

<i>LISTA DE TABELAS</i>	9
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	10
<i>RESUMO</i>	12
<i>ABSTRACT</i>	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1 Geral	17
2.2 Específicos	17
3. REVISÃO DA LITERATURA	18
3.1. Descrição geográfica.....	18
3.2. Caracterização botânica e morfofisiológica do pinhão-manso	18
3.3. Importância econômica e social do pinhão-manso	22
3.4. Cultivo do pinhão-manso	23
3.4. Qualidade da água no meio ambiente	24
3.4.1. Água Salina.....	26
3.5 Evapotranspiração nas culturas.....	27
4. METODOLOGIA	30
4.1. Localização da área experimental	30
4.2. Instalação do experimento	31
4.3. Irrigação	31
4.4. Tratamentos e delineamento estatístico	32
4.5. Tratos culturais e fitossanitários	33
4.6. Avaliações das plantas.....	34
A avaliação das plantas foi realizada no período entre 180 e 480 DAT, caracterizando o primeiro e segundo ciclo de cultivo do pinhão-manso.	34

4.6.1. Variáveis de Crescimento	34
4.6.1.1. Altura de plantas (AP) e Diâmetro caulinar (DC).....	34
4.6.1.2. Número de folhas (NF)	34
4.6.2. Variáveis fisiológicas	34
4.6.2.1. Taxas de Crescimento Relativo em Altura de Plantas e Diâmetro do Caule.	34
4.6.3. Variáveis de produção.....	35
4.6.3.1 Número e peso médio de frutos	35
4.6.3.2. Número e peso médio de sementes	35
4.6.3.3. Teor de óleo das sementes	35
4.6.4. Eficiência de uso da água (E.U.A.)	36
4.7. Análises estatísticas	36
4.8. Avaliações econômicas	36
4.9. Avaliações de sustentabilidade	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1. Variáveis de crescimento	39
5.1.1. Altura de plantas (AP)	39
5.1.2. Diâmetro caulinar (DC)	42
5.1.3. Número de folhas (NF)	45
5.2. Variáveis fisiológicas	47
5.2.1. Taxas de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP)	47
5.2.2. Taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC)	48
5.2.3. Reserva nutricional em folhas.....	48
5.3. Variáveis de produção.....	50
5.3.1. Número de inflorescência (NI)	50
5.3.2. Número e peso médio de frutos e sementes	51
5.3.3. Teor de óleo das sementes	52
5.4. Eficiência de uso da água (E.U.A.)	53
5.5. Avaliação econômica	54

5.6. Avaliação do aspecto social dos produtores rurais circunvizinhos ao experimento	57
5.6.1. Número de residentes e renda mensal	57
5.6.2. Produção econômica, disponibilidade de água e irrigação	58
5.6.3. Utilização de agrotóxico e período de aplicação	60
5.6.4. Conhecimento sobre biodiesel, programas e pesquisas	61
6. CONCLUSÕES.....	64
7. REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas da água de poço utilizada na irrigação das plantas, durante período seco.....	31
Tabela 2 - Resumo das análises de variância de altura de planta (AP) em Plantas de Pinhão Manso irrigado com lâminas de água salina aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT).....	40
Tabela 3 - Resumo das análises de variância em Diâmetro Caulinar (DC) em Plantas de Pinhão Manso submetidas a lâminas irrigação salina aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT).....	44
Tabela 4 - Médias observadas do Diâmetro Caulinar (DC) em Plantas de Pinhão manso submetidas a lâminas de irrigação salina (L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, L3 - 75% Eto e L4 – 100% Eto) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT).	44
Tabela 5 - Análise de nutrientes e sódio em folhas de Pinhão Manso sob lâminas de irrigação salina.....	49
Tabela 6 - Valores de Quadrado Médio, médias de teor de óleo em sementes de Pinhão-manso e coeficiente de variação (CV), em função dos tratamentos.	53
Tabela 7 - Avaliação econômica do custo de instalação e produção de 1 hectare de Pinhão Manso sob irrigação.	55
Tabela 8 - Avaliação econômica do custo de instalação e produção de 1 hectare de Pinhão Manso irrigado sob manejo familiar.....	56
Tabela 9 - Avaliação econômica do custo de instalação e produção de 1 hectare de Pinhão Manso irrigado sob manejo familiar, após o primeiro ano de cultivo.....	57

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Indivíduo de Pinhão Manso 19
- Figura 2** - Aspecto morfológico do fruto, semente, germinação e plântula de *Jatropha curcas*. (A) detalhe do fruto; (B) fruto aberto – seção longitudinal (en, endocarpo; ep, epicarpo; me, mesocarpo); (C) fruto aberto – seção transversal (lo, lóculos); (D) detalhe da semente (ca, carúncula; te, tegumento); (E), detalhe da semente mostrando o embrião (en, endosperma; co, cotilédone; e, eixo embrionário); (F a J) germinação e formação da plântula (co, cotilédone; cl, coleto; en, endosperma; hp, hipocótilo; rp, raiz periférica; rc, raiz central; r, radícula; fc, folha cotiledonar). Ilustração botânica: Dalilhia Nazaré dos Santos (NUNES et al., 2009) 21
- Figura 3** - Esquema das inter-relações ambientais que interferem no ciclo hidrológico (O autor) 25
- Figura 4** - Gráfico da média de precipitação na unidade experimental em Santa Luzia – PB. 30
- Figura 5** - Croqui do experimento com Pinhão manso sob irrigação salina - Fazenda Barra - Santa Luzia – PB. 2010. 33
- Figura 6** – Respostas fisiológicas sob lâminas de irrigação salina em função de altura de planta (AP) - Fazenda Barra - Santa Luzia – PB..... 41
- Figura 7**- Evolução de Altura de Planta (AP) em Plantas de Pinhão Manso submetidas a lâminas de irrigação salina (L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, L3 - 75% Eto e L4 – 100% Eto) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT)..... 42
- Figura 8**- Evolução do Diâmetro Caulinar (DC) em Plantas de Pinhão Manso submetidas a lâminas de irrigação salina (L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, L3 - 75% Eto e L4 – 100% Eto) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT)..... 45
- Figura 9** - Gráfico de acompanhamento de número de folhas em função da Lâmina de irrigação L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, 75%Eto e 100% Eto e dos DAT. 46
- Figura 10** - Dados da Taxa de Crescimento Relativo (TCR) em Altura de Planta (AP)..... 47
- Figura 11** - TCR em diâmetro caulinar em Pinhão Manso sob irrigação salina..... 48
- Figura 12** - Conteúdo de N, P, K e Na em folhas de Pinhão Manso submetidos a lâminas de irrigação salina (L1 – 25%Eto, L2 – 50%Eto, L3 – 75%Eto e L4 – 100%Eto)..... 50
- Figura 13** - Número de inflorescência no Pinhão manso sob tratamento em lâminas de irrigação salina. 51

Figura 14 - representação gráfica das lâminas de irrigação com os parâmetros de produção quantidade de fruto (QF), peso do fruto (PF), quantidade de sementes (QS), peso da semente (PS), quantidade de fruto unicapsular (FUINICAP), quantidade de frutos bicapsular (FBICAP), quantidade de frutos tricapsular (FTRICAP), quantidade de frutos tetracapsular (FTETOACAP) e número de sementes murcha (SM).	52
Figura 15 - Percentual de teor de óleo em sementes de Pinhão-manso sob tratamento de lâminas salina.	53
Figura 16 - gráfico de eficiências do uso de água no cultivo de Pinhão manso sob irrigação salina - Fazenda Barra - Santa Luzia - PB	54
Figura 17 - Média do número de habitantes por residência rural (A); média salarial por residência rural (B) - Fazenda Barra - Santa Luzia - PB	58
Figura 18 - Atividades predominantes para sustento econômico (A); Disposição hídrica (B); Propriedades com sistemas de irrigação (C) - Santa Luzia – PB.	59

RESUMO

ASPECTOS AGRÍCOLA E SÓCIOECONÔMICOS DO PINHÃO-MANSO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA NO SERIDÓ PARAIBANO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa, da família *Euphorbiaceae*, nativa das Américas e, atualmente, considerada uma alternativa de fonte de renda para a agricultura familiar através da produção de biodiesel. Objetivou-se com essa pesquisa estudar os possíveis efeitos da irrigação com água salina, em diferentes níveis de reposição da evapotranspiração, no crescimento, desenvolvimento e teor de óleo das sementes do pinhão manso, além da viabilidade econômica e social de cultivo sob manejo da agricultura familiar. O experimento foi desenvolvido em campo, em instalações da Fazenda Barra na cidade de Santa Luzia - PB. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com sete repetições, sendo estudados quatro níveis de lâminas de água - L (L1 = 0,25; L2 = 0,50; L3 = 0,75 e L4 = 1,00 da evapotranspiração de referência- ETo). A unidade experimental foi constituída de dez plantas cultivadas com três plantas úteis. As irrigações foram realizadas obedecendo a um turno de rega de dois dias; o volume de água aplicado em cada tratamento foi determinado através da evapotranspiração do tanque classe A, tomando-se por base o tratamento L4. A irrigação com água salina afetou negativamente o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas, principalmente nos tratamentos L3 e L4. As variáveis de crescimento (altura de plantas, diâmetro caulinar, número de folhas e número de inflorescência) foram afetadas pelas lâminas de reposição da evapotranspiração em todos os períodos estudados, com maior intensidade nas variáveis de produção, como maior evidência na produção de sementes por hectare. No tratamento com 0,25 e 0,50 da ETo verificaram-se as maiores taxas de crescimento relativo de diâmetro de caule (DC) e altura de planta (AP). A produção média das plantas irrigadas com água salina superou a do tratamento testemunha. À medida que se aumentaram as lâminas de irrigação ocorreu maior acúmulo de N, P, K e Na nas folhas, afetando diretamente o número de aborto floral, evidenciado no baixo índice de produção na maior lâmina de irrigação. O efeito negativo na produção do pinhão-manso irrigado com água salina, afetou significativamente a avaliação econômica. O teor de óleo em sementes do pinhão foi afetado à medida que se aumentava a reposição hídrica salina, diminuindo o percentual de óleo na matéria seca das sementes, condicionando a sensibilidade moderada do *Jatropha curcas* à salinidade. Melhor eficiência do uso de água foi obtida na lâmina de irrigação de 25% da evapotranspiração de referência, ganhando-se 4,6g semente/planta a cada m³ de água adicionada ao solo.

Palavras chave: *Jatropha curcas*, crescimento, oleaginosa, irrigação salina.

ABSTRACT

AGRICULTURAL AND SOCIOECONOMIC ASPECTS OF JATROPHA IRRIGATED WITH SALINE WATER IN SERIDÓ PARAIBANO

Jatropha (*Jatropha curcas* L.) is an oilseed plant, the family Euphorbiaceae, native to the Americas and is currently considered an alternative source of income for family farmers through the production of biodiesel. The objective of this research study possible effects of irrigation with saline water at different levels of evapotranspiration replacement, growth, development and oil content of *jatropha* seed, besides the economic and social viability of cultivation under management of agriculture family. The experiment was conducted in the field, facilities Bar Ranch in Santa Luzia - PB. The statistical design was a randomized block with seven replications and studied four levels of irrigation water - L (L1 = 0.25, L2 = 0.50, L3 = L4 = 0.75 and 1.00 evapotranspiration reference-ET_o). The experimental unit consisted of ten plants grown at three plants. Irrigation was performed according to a irrigation every other day, the volume of water applied in each treatment was determined by the evapotranspiration of the class A pan, using as a base treatment L4. The irrigation with saline water has negatively affected the growth, development and productivity of plants, particularly in treatments L3 and L4. The growth variables (plant height, stem diameter, leaf number and number of flowers) were affected by the blades of evapotranspiration replacement in all periods, with greater intensity in the production variables, as greater evidence in seed production by hectare. Treatment with 0.25 and 0.50 ET_o there were the highest relative growth rates of stem diameter (DC) and plant height (AP). The average yield of plants irrigated with saline water exceeded that of the control treatment. As they increased the irrigation was greater accumulation of N, P, K and Na in the leaves, directly affecting the number of floral abortion, evidenced by the low rate of production at higher irrigation. The negative effect on the production of *jatropha* irrigated with saline water significantly affected the economic evaluation. The oil content in seeds of the *jatropha* was affected as it increased the saline hydration, decreasing the percentage of oil in the dry seed, conditioning the moderate sensitivity of *Jatropha curcas* salinity. Improved efficiency of water use was obtained at water depth of 25% of reference evapotranspiration, winning by 4.6 g of seeds per plant each m³ of water added to soil

Keywords: *Jatropha curcas*, growthol, oleaginous, salinity.

1. INTRODUÇÃO

“Água elemento vital, água purificadora, água recurso natural renovável são alguns dos significados referidos em diferentes mitologias, religiões, povos e culturas, em todas as épocas” (REBOUÇAS *et al.* 2006).

Através do ciclo hidrológico das águas diversos sistemas biogeoquímicos são mantidos, desde a complexidade do controle do potencial osmótico nos vegetais, até a mais simples manutenção da umidade do ar, do solo e a dessedentação de animais, são aspectos que na ausência de água tornam-se mais vulneráveis a ocorrência de catástrofes ambientais.

De acordo Rebouças *et al.* (2006), a semiaridez, juntamente com as secas periódicas, caracterizam a vulnerabilidade geral de grande parte da região Nordeste, sujeita a conflitos e calamidades nas áreas econômica e social.

Nesse sentido, uma das maiores deficiências em regiões de Caatinga é a disponibilidade hídrica na região, por ser a água um fator básico para qualquer atividade biótica; uma das preocupações é a escassez de água potável no mundo. Países vêm intensificando pesquisas científicas que possibilitem o surgimento de novos métodos e tecnologias de recuperação e uso de águas de baixa qualidade, para fins de reutilização, principalmente nos setores de produção agrícola.

O Nordeste do Brasil tem a maior parte de seu território ocupado por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada, denominada “Caatinga”. Fitogeograficamente, a Caatinga ocupa cerca de 11% do território nacional, abrangendo parte dos estados da Bahia, de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Minas Gerais. Na cobertura vegetal das áreas da região Nordeste, a Caatinga representa cerca de 800.000 km², o que corresponde a 70% da região. Ao se analisar os recursos hídricos, aproximadamente 50% das terras cobertas com Caatinga são de origem sedimentar, ricas em águas subterrâneas. Os rios, em sua maioria, são intermitentes e o volume de água, em geral, é limitado, sendo insuficiente para a irrigação. A altitude da região varia de 0 a 600 m. A temperatura oscila entre 24° e 28°C, e a precipitação média varia de 250 a 1000 mm, com déficit hídrico elevado durante todo o ano (DRUMOND, 2000).

A região Nordeste abrange uma população estimada em mais de 25 milhões de habitantes, com problemas estruturais quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos, que aliados aos constantes efeitos negativos do clima, como as secas, dificultam sua manutenção e desenvolvimento, levando à deterioração de solo, água, diminuição da biodiversidade de espécies e, como consequência, ao meio ambiente, início do processo de desertificação. A pobreza na região tem como consequência a inadequada estrutura fundiária, o sistema de crédito agrícola, a comercialização, a assistência técnica, o deficiente sistema educacional e a ocorrência periódica de seca, dentre outras (DRUMOND, 2000).

Bernardo (1996) diz que a agricultura irrigada depende da quantidade e qualidade da água. Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de muitas culturas.

Isso acontece pelo fato de o acúmulo de sais na rizosfera prejudicar o crescimento e desenvolvimento das plantas, em razão da elevação do potencial osmótico da água no solo. Com as irrigações, os sais contidos na água se acumulam na zona radicular, diminuindo a disponibilidade de água e acelerando sua escassez (SANTANA, 2004).

Tester & Davenport (2003) cita que nem todas as culturas (ou cultivares) respondem, igualmente, à salinidade. Algumas produzem rendimentos aceitáveis em níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Essa diferença se deve a melhor capacidade de adaptação osmótica, que algumas culturas têm o que lhes permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água.

Nessa perspectiva surge o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), espécie com boas características de suportar condições desfavoráveis, como também, por ser adaptada a regiões semiáridas e com boas perspectivas para agricultura familiar no Nordeste do Brasil.

Com a escassez das reservas mundiais de combustível fóssil, o pinhão manso surge aos produtores e a diversas instituições públicas e privadas de pesquisa, com um grande potencial de uso do óleo de pinhão manso para a produção de biodiesel, mas precisando ser domesticada a espécie; no estado atual, a produção se distribui por vários meses, encarecendo a colheita, e, mesmo assim, pode ser fonte de renda no semiárido, por sua rusticidade e tolerância à seca, desde que seja explorada por mão-de-obra familiar.

Embora seja uma espécie que sobrevive em condições de seca, adaptada à semiaridez, exigente em calor e luminosidade, a garantia de produção deverá ser maior com irrigação, não havendo, até agora, na literatura disponível, qualquer indicação da exigência hídrica das plantas (NERY *et. al.*, 2009).

Ocorrendo de forma espontânea, em áreas de solos pouco férteis e de clima desfavorável à maioria das culturas alimentares tradicionais, o pinhão pode ser considerado uma das mais promissoras oleaginosas do Brasil. As perspectivas favoráveis da implantação racional dessa cultura decorrem, não somente dos baixos custos de sua produção agrícola, conforme se deve esperar diante das vantagens anunciadas, mas, sobretudo, porque poderá ocupar os solos pouco férteis e arenosos, de modo geral inaptos à agricultura de subsistência, proporcionando, dessa maneira, uma nova opção econômica para as regiões carentes do país, principalmente na agricultura familiar. Outro aspecto positivo se refere à possibilidade de armazenagem das sementes por longos períodos de tempo, sem os inconvenientes da deterioração do óleo (MAKKAR *et al.*, 1997).

Não há dúvidas de que o pinhão-manso, contando com tecnologias apropriadas, deverá se inserir entre as mais promissoras fontes de grãos oleaginosos para fins carburantes. A literatura disponível sobre o seu cultivo ainda é bastante escassa, pois passou a ser objeto de maior interesse nos últimos anos com a crise do petróleo e pela possibilidade de serem usados óleos vegetais como combustíveis.

Devido à demanda energética sempre crescente, em todo o mundo, as prioridades se voltam para fontes energéticas renováveis, destacando-se, dentre elas, o pinhão-manso como alternativa, diminuindo os impactos negativos de combustíveis originados do petróleo, sobre o meio ambiente. É uma nova opção que se abre de geração de emprego e renda no meio rural e matéria-prima para a obtenção de biodiesel, com boas características de suportar condições desfavoráveis, como também, por ser adaptada a regiões semiáridas e com boas perspectivas para agricultura familiar no Nordeste do Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Estudar a produção de pinhão-manso irrigado com água salinizada, em condições de campo, avaliando-se os seus efeitos sobre crescimento, desenvolvimento e produção, inclusive de óleo para biodiesel, avaliando fatores de sustentabilidade e rentabilidade relacionados ao seu cultivo.

2.2 Específicos

- Estudar os efeitos da irrigação com uso de águas salinizadas sobre crescimento, desenvolvimento e produção do pinhão-manso;
- Avaliar os efeitos dos tratamentos sobre características quantitativas do óleo extraído das sementes;
- Avaliar a rentabilidade do cultivo do pinhão-manso sob estresse salino no Seridó Paraibano.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Descrição geográfica

O Seridó Ocidental Paraibano está localizado no rebordo ocidental do Planalto da Borborema, sendo representada por Caatinga hipo e hiperxerófilas, com predominância de árvores e arbustos com dominância de poucas espécies e um estrato herbáceo efêmero.

Segundo o IBGE (2006) ocorre a predominância de solos jovens, arenosos, com presença de afloramentos graníticos (IBGE 2006). O Seridó Paraibano constitui uma das áreas prioritárias para conservação da caatinga. (MMA, 2002)

Damaceno (2008) aborda que o Seridó Ocidental Paraibano está contido numa região que engloba terrenos cristalinos do pré-cambriano em que se destacam as litomassas, relevo pediplanados, com maciços e feições residuais e o domínio de um clima que, segundo a classificação de Koppen, pode ser definido como BShw'. São terrenos que, em face das prolongadas fases erosivas, particularmente operadas ao longo do Cenozóico, foram exumados, que implicou no afloramento de litologias variadas que acarretaram, muitas vezes, relevos de desníveis diferentes em decorrência da erosão diferencial, e solos variados.

As altitudes permeiam os 270 a 360 metros nas áreas mais elevadas, localizam-se nas porções fronteiriças do Estado da Paraíba com o Rio Grande do Norte, mais especificamente na porção setentrional do Estado. (DAMACENO, 2008)

3.2. Caracterização botânica e morfofisiológica do pinhão-mansão

O pinhão manso, conhecido também por pinhão paraguaio e pinhão de purga, dentre outros nomes, pertence à família das Euforbiáceas, caracterizando-se por serem plantas ricas em látex, monóicas ou dióicas, com flores declinas, pistiladas, com gineceu sincárpico, ovário súpero e geralmente tricarpelar. O fruto é uma cápsula tricoca, indeiscente, fugindo da naturalidade da família (SATIRO, 2008). Segundo Gagnaux (2009), é uma planta resistente à seca, com propriedades tóxicas e conhecida em Moçambique por Gala – maluco (grão-maluco) (Figura 1.)



Figura 1 – Indivíduo de Pinhão Manso

É um arbusto distribuído em regiões tropicais de todo o globo, inclusive no Brasil. Cresce rapidamente em solos pedregosos e de baixa umidade. Muitas vezes é cultivado como cerca viva, mas seu maior emprego está na medicina popular. As sementes fornecem de 50 a 52% de óleo, extraído com solventes e 32 a 35% em caso de extração por prensas. A planta tem grande importância econômica (PEIXOTO, 1973). O poder calorífico do óleo extraído do pinhão manso é 83,9% do diesel, para gerar a mesma potência em um motor diesel, mas com ruído mais suave e poluição bem menor. É possível o uso desse óleo, também, na indústria de tintas e de vernizes e na fabricação de sabão. Além disso, a torta que resta é um fertilizante rico em N, P, K e matéria orgânica; sendo desintoxicada, transforma-se em ração animal, e a casca dos pinhões pode ser usada como carvão vegetal (ADAM, 1974; STIRPE, 1976; MAKKAR et al., 1997).

A 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). As raízes são curtas e pouco ramificadas, o caule é liso, lenho mole e medula desenvolvida com pouca resistência; floema, no qual circula o látex, suco leitoso que escorre 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).

Na formação do sistema radicular, primariamente surge o hipocótilo, de coloração branco-esverdeada, tenro, glabro e espesso na inserção com as raízes, com tendência a se afinar à medida que se aproxima da inserção com os cotilédones. Os cotilédones são envolvidos inteiramente pelo endosperma. Após a emissão da radícula, forma-se o caulículo e as folhas cotiledonares se expandem, o que caracteriza a plântula como normal (Figura 2), com presença de raízes periféricas e uma principal, cônica e esverdeada; hipocótilo cilíndrico com base mais espessa, presença de folhas cotiledonares verdes, margens lisas, ápice e base obtusos e penínérveos. A germinação é do tipo epígea, pois se verificou que os cotilédones e a plúmula foram conduzidos acima da superfície do meio de cultura, mediante o crescimento vigoroso do hipocótilo com leve espessamento na base (NUNES, 2009).

A germinação das sementes ocorre entre o 10º e o 30º DAS (dias após semeadura), com surgimento inicial da plântula, auxiliada ainda pelo duplo cotilédone (ver Figura 2), ocorrendo o surgimento das primeiras folhas de cores vermelho-vinho que, em poucos dias, tornam-se verdes; no período de seca caem, caracterizando uma das características fisiológicas da planta ser caducifólia e que, próximo ao período úmido, logo emitem novas folhas, juntamente com as inflorescências. As primeiras inflorescências surgem aos 60 dias após o transplântio (DAT).

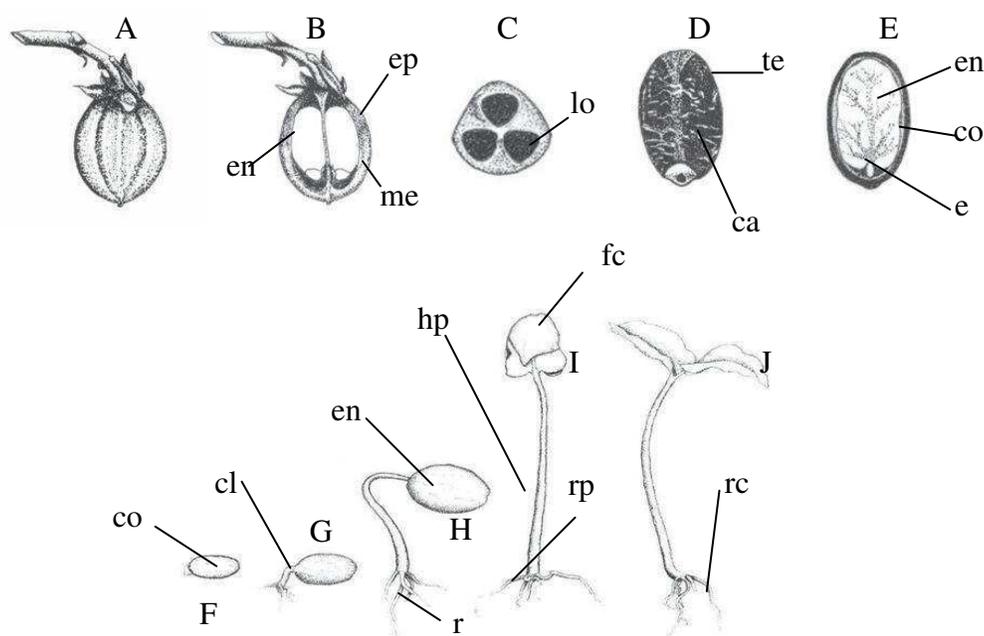


Figura 2 - Aspecto morfológico do fruto, semente, germinação e plântula de *Jatropha curcas*. (A) detalhe do fruto; (B) fruto aberto – seção longitudinal (en, endocarpo; ep, epicarpo; me, mesocarpo); (C) fruto aberto – seção transversal (lo, lóculos); (D) detalhe da semente (ca, carúncula; te, tegumento); (E), detalhe da semente mostrando o embrião (en, endosperma; co, cotilédone; e, eixo embrionário); (F a J) germinação e formação da plântula (co, cotilédone; cl, coleto; en, endosperma; hp, hipocótilo; rp, raiz periférica; rc, raiz central; r, radícula; fc, folha cotiledonar). Ilustração botânica: Dalíhia Nazaré dos Santos (NUNES et al., 2009)

Tominaga et al. (2007) citam ser a planta monóica, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência. As flores são brancas e formam buquê, com 10 a 20 flores femininas e mais de 50 masculinas. As flores femininas têm pedúnculo longo, são isoladas e se localizam em inflorescências na extremidade das ramificações, enquanto as flores masculinas têm dez estames, cinco unidos na base floral e cinco unidos na coluna estigmática.

Após a abertura das primeiras inflorescências, entre 30° e 90° DAT, surgem os primeiros frutos, de tegumento com cor predominante verde, que ao decorrer de sua maturação, não uniforme, segue para as cores amarelo-esverdeado, amarelo-queimado, marrom claro e, por fim, preto.

O fruto de *Jatropha curcas* é seco, com três cocas globosas, liso, coriáceo, capsular, ligeiramente roliço, com ápice e base agudos e, entre os carpides, observa-se a presença de suaves sulcos. O endocarpo é lenhoso (rijo e duro), com pequenos orifícios nos pontos de união dos carpelos, através dos quais passam cordões fibrosos, que contornam os pontos de junção e se distribuem pelas partes dorsal e ventral das cocas. O fruto seco apresenta deiscência, fazendo com que as cocas se fendam longitudinalmente, expondo as sementes (Figura 2 A, B e C). O fruto apresenta superfície lisa e pericarpo com duas zonas distintas: o exocarpo, película mais fina, e o endocarpo, mais grosso. Próximo à deiscência, o exocarpo desprende-se do fruto, dando-lhe um aspecto mais áspero. No interior do fruto encontram-se, geralmente, três sementes (NUNES, 2009)

A semente é endospermica, ovalada, dorso convexo, envoltório liso, coloração preta, marcada por suaves estrias. Apresenta rafe pouco evidente e presença de carúncula, situada próxima à micrópila, presa na parte ventral. Quando a semente está seca, a carúncula tem a extremidade cônica, com dois lóculos pouco visíveis. Dentro da semente encontra-se o albúmem ou endosperma, de coloração branca, tenro e rico em óleo (NUNES et al, 2009).

A semente é relativamente grande, medindo, quando seca, 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura; tegumento rijo, quebradiço, de fratura resinosa. Debaxo do invólucro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados. A semente de pinhão, com

peso entre 0,551 e 0,797 g, pode ter, dependendo da variedade e dos tratos culturais, etc., de 33,7 a 45% de casca e de 55 a 66% de amêndoa. Nas sementes, segundo a literatura, são encontrados ainda, 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e materiais minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio.

3.3. Importância econômica e social do pinhão-mansô

Por suas características de adaptação a condições áridas e semiáridas, o cultivo do pinhão manso pode ser uma alternativa para o sustento econômico da agricultura familiar, por sua característica oleaginosa. A espécie é uma opção para projeto de energia alternativa, produção de combustíveis não fósseis e uso medicinal.

Outro ponto positivo para a exploração dessa espécie, com possibilidades de rendimento financeiro é ser uma planta de ciclo longo, com produção durante muitos anos, sem a necessidade de renovação da cultura, em curto espaço. De acordo Fernandes (2006), o vegetal obtido através de sementes gera plantas robustas, de ciclos mais longos, com sistema radicular mais profundo que os indivíduos originados de propagação vegetativa. Complementando estas possibilidades de cultivo, a *Jatropha curcas* não compete com outras, havendo a possibilidade de consórcio agrícola com outras espécies, até mesmo outras oleaginosas. Por ser perene, também contribui para a conservação do solo e reduz o custo de produção, fator importante para sua viabilidade econômica, especialmente na agricultura familiar.

O óleo e a semente do pinhão podem ser usados no tratamento da malária, como matéria prima para produção de sabão, para produção de biodiesel e suas folhas podem ser usadas para o tratamento de prisão de ventre. (DO ROSÁRIO, 2006); (GAGNAUX, 2009). Dentro das possibilidades de cultivo e uso desta planta, inclui-se, também, a possibilidade de obtenção de fitofármacos, faltando ainda dentro dessa perspectiva estudos para comprovar sua eficiência curativa, mas a maior ênfase atual das pesquisas é para produção de biodiesel.

De acordo Peixoto (1973), a planta é utilizada na medicina doméstica, sendo o látex usado como cicatrizante hemostático e também como purgante. As raízes são consideradas diuréticas e anti-leucêmicas e as folhas são utilizadas para combater doenças de pele e são eficazes também contra o reumatismo e possui poder antissifilítico.

O pinhão manso, além de ser excelente fornecedor de óleo vegetal para o biodiesel, está sendo estudado para a recuperação de áreas degradadas pela mineração exposta e para o reflorestamento de áreas desmatadas (TOMINAGA *et al.*, 2007).

Através de extração com hexano foi constatado que as amêndoas das sementes de pinhão manso continham um teor médio de óleo de 42%, em base seca. Foi observada uma variabilidade de 3% no teor de óleo, entre diferentes tipos de amostras atribuída a diversos fatores, tais como: variabilidade genética, graus de maturação variados e diferentes estados de conservação dos frutos. O biodiesel da semente do pinhão produzido por transesterificação metílica possuíam massa específica, viscosidade cinemática, ponto de fulgor e índice de acidez dentro dos padrões estabelecidos pela ANP tanto para o óleo diesel de petróleo (MELO *et al.*, 2006)

3.4. Cultivo do pinhão-manso

O pinhão manso pode ser encontrado em diversas regiões do Brasil, adaptando-se nas mais variadas condições ambientais, com boas perspectivas de ser utilizada para o cultivo comercial, após a sua domesticação devido ao potencial oleaginoso que possui. Empresas privadas, órgãos governamentais e universidades estão investindo em pesquisas que viabilizem a utilização do *Jatropha curcas* no mercado de matéria prima de combustíveis alternativos e renováveis.

De acordo Tominaga (2007) o Pinhão-manso já está sendo cultivado em diversos países de clima tropical e subtropical. Além do Brasil, a Índia colocou o cultivo da planta como parte integrante do Programa Nacional de Produção de Biodiesel, fazendo da Índia um forte país para dominar essa tecnologia. De acordo com dados da Embrapa, a área cultivada com pinhão-manso no Brasil já ultrapassa 1000 ha. Tominaga (2007) indica que a previsão é aumentar para 50 mil ha, que irá direcionar para uma produção algo em torno de 300 toneladas de sementes.

Como toda cultura, o crescimento, desenvolvimento e a produtividade do pinhão manso variam muito, em função da região de plantio, método de cultivo e tratos culturais, idade da cultura, disponibilidade hídrica e fertilidade do solo.

Peixoto (1973) explica que apesar de pouco exigente em condições climáticas e solo fértil, adaptando-se facilmente a variadas condições, o pinhão manso deve preferencialmente ser cultivado em solos profundos, bem estruturados e pouco compactados, evitando-se aqueles solos

muito argilosos, para que o sistema radicular possa se desenvolver e explorar maior volume de solo, satisfazendo a necessidade da planta em nutrientes e umidade constante.

A espécie tem características arbustivas, caducifolia e resistente a períodos de baixa disponibilidade hídrica, mantendo-se em repouso fitofisiológico (senescência) durante as épocas de estiagem, pode ser utilizada como uma boa alternativa para reconstituição de áreas e solos degradados que estejam em período de recuperação, pois, a partir da queda de suas folhas, os nutrientes, como fósforo e o nitrogênio que se acumulam nessas estruturas, retornam para o solo após a decomposição da matéria orgânica, favorecendo a conservação da umidade do solo e favorecendo a ação microbiológica que auxilia na manutenção da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas. Após o período de senescência e surgimento de novas folhas a planta do *Jatropha* mantém uma área sombreada razoável, que ajuda a manter a umidade do solo, impedindo a incidência direta de raios solares que aumentam a evapotranspiração do ambiente.

Dias et al. (2007) indica que o preparo do solo deve ser realizado com o uso de arado, de preferência de aiveca, devido ao melhor revolvimento e enterro das sementes das plantas daninhas nivelado, em seguida, com 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.

3.4. Qualidade da água no meio ambiente

O aumento populacional desequilibrado e não projetado dos grandes centros urbanos e de algumas cidades interioranas em diversas regiões do mundo tem trazido consigo, também, um aumento do consumo de água para diversas finalidades, como: higienização, beneficiamento de produtos industriais, criação de animais em confinamentos e na produção agrícola, principalmente com uso de irrigação. Tal problemática populacional tem-se confrontado com a baixa disponibilidade hídrica de qualidade boa, tanto para consumo animal, quanto para fins de produção industrial e agrícola.

Segundo Von Sperlling (2005), a qualidade de uma determinada água é função das condições de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Tal se deve às condições naturais e ações antrópicas; mesmo numa bacia hidrográfica em preservação, a qualidade da água pode ser

afetada pelo escoamento superficial, pela infiltração e por contato com partículas de substâncias poluidoras e impurezas no solo. A interferência dos seres humanos no meio ambiente é maior na geração de despejos domésticos ou industriais, contribuindo para a introdução de compostos indesejáveis na água e diminuição de sua qualidade.

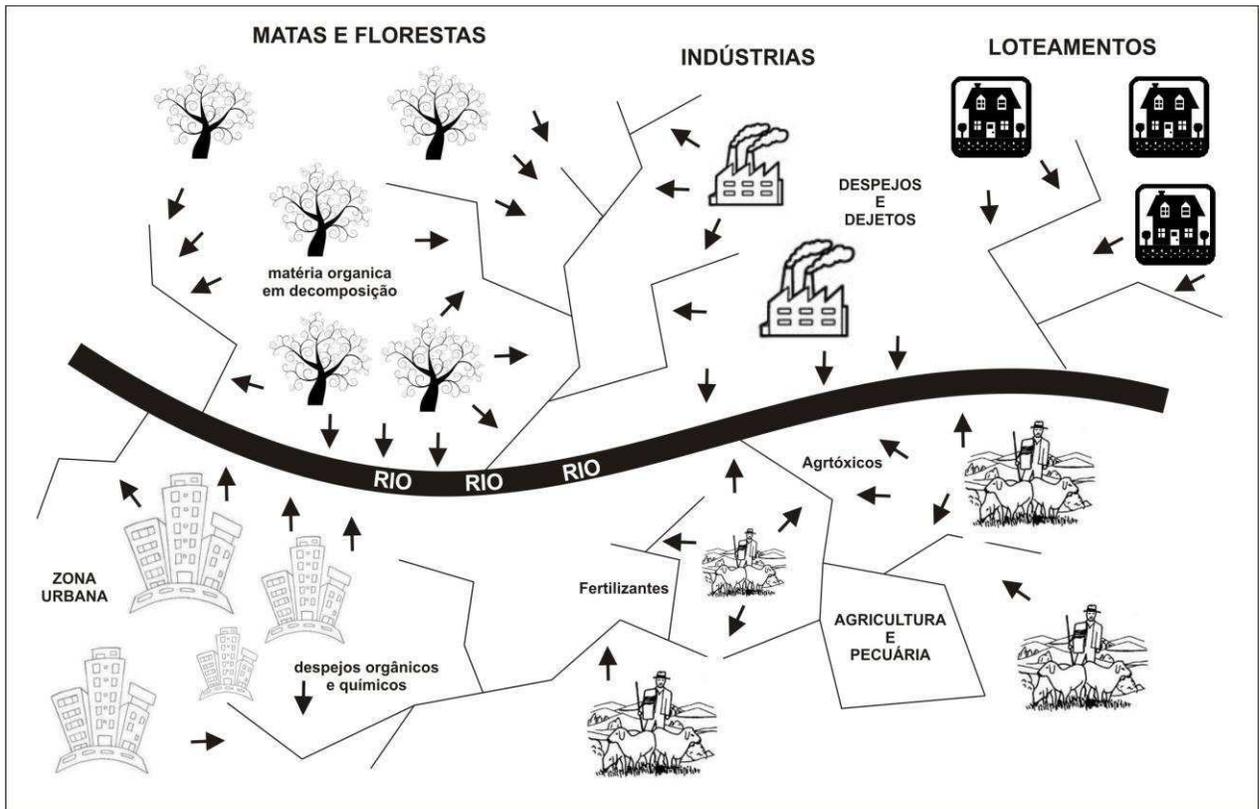


Figura 3 - Esquema das inter-relações ambientais que interferem no ciclo hidrológico (O autor)

Logo, a qualidade de água depende de suas características física, química e biológica, o que definirão o seu uso. Tais características tendem a ser mais preocupantes quando se trata de locais com baixa pluviosidade, como em casos de regiões áridas e semiáridas e, também, em solos do bioma Caatinga, que possuem características de rápida e elevada evaporação hídrica, associado a problemas de sua salinização; preocupa, ainda a alta lixiviação nesses solos, quando forem arenosos, podendo haver maior fixação de moléculas ou partículas tóxicas, como é o caso dos nitritos.

Em plantas, essa toxicidade compromete o potencial hídrico dos tecidos, provocando restrições no crescimento devido à interferência na extensibilidade da parede celular. O balanço osmótico é essencial para o crescimento dos vegetais em meio salino e qualquer falha nesse

balanço resultará em injúrias semelhantes aos da seca, como a perda de turgescência e a redução no crescimento, resultando em plantas atrofiadas e desidratadas podendo resultar em morte das células (ASHRAF; HARRIS, 2004).

3.4.1. Água Salina

De acordo com a Smith et al. (1996), as perdas de solos aráveis no mundo, ocasionadas pela salinização, já atingiram cerca de 1.500.000 ha, um problema grave para a agricultura mundial, especialmente decorrente do uso inadequado de irrigação, uma vez que a água é o agente transportador dos sais através do perfil do solo.

Esse fato se torna mais preocupante quando atinge as regiões áridas e semiáridas do mundo. No Nordeste brasileiro, diversos perímetros irrigados, planejados para a produção agrícola, já estão em estágios de salinização avançada, com riscos de desertificação, como é o caso de diversas áreas dos perímetros das várzeas de Souza-PB, perímetros irrigado de Petrolina - PE e do sertão da Bahia. Essas áreas, por suas características edafoclimáticas, solos arenosos e precipitação hídrica menor que a evaporação, estão mais sujeitas a riscos dessa natureza, a acumulação de sódio no solo, acarretará perdas severas à produção, em níveis econômicos e sociais.

Naturalmente, o movimento hídrico está condicionado pelo ciclo biogeoquímico da água, que basicamente, comporta-se através da evapotranspiração dos reservatórios hídricos do solo e dos seres vivos, retornando à atmosfera em forma de vapor d'água. Este movimento poderá ocasionar, em muitos casos, problemas de salinização, agregado às ações antrópicas. A evaporação e a transpiração removem a água pura (sob forma de vapor), concentrando sais no solo. Quando a água de irrigação contém uma alta concentração de íons e quando não há possibilidade de descarregar os sais acumulados através de um sistema de drenagem, eles podem rapidamente alcançar níveis prejudiciais às espécies sensíveis estresse salino. (TAIZ E ZEIGER, 2006)

Aragão (2009) informa que um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino. A redução do poder germinativo, comparada ao controle, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade. Assim, como a germinação o

vigor é, também, um dos principais fatores para avaliar a qualidade fisiológica das sementes e garantir uma boa produtividade da cultura.

Para Maas & Hoffman (1977) a tolerância das plantas à salinidade deve ser avaliada mediante a redução relativa nos componentes de produção de uma cultura, em um dado nível de sais na zona radicular, quando comparada à produção sob condições não salinas. Assim, nem sempre a cultivar mais tolerante é a mais produtiva, sob dada concentração de sais solúveis no solo.

As altas concentrações de sais no solo, além de reduzirem o potencial hídrico do solo, podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA *et al.*, 2009). Os sais dissolvidos na rizosfera geram um potencial osmótico negativo, diminuindo o potencial hídrico do solo, afetando o balanço hídrico das plantas, pois, para se desenvolver, as folhas necessitam de um potencial hídrico ainda mais baixo, a fim de manter um gradiente de concentração entre solo e folha, efeito muito similar ao de um déficit hídrico no solo (TAIZ E ZEIGER, 2006).

As espécies cultivadas podem ser classificadas em tolerantes ou sensíveis e o nível de tolerância, assim como os níveis de sais que são letais, variam entre as diferentes espécies vegetais e dentro de uma mesma espécie (PARIDA & DAS, 2005).

3.5 Evapotranspiração nas culturas

A evapotranspiração compreende a perda combinada de água da superfície úmida do solo e da transpiração das plantas. Tanto a evaporação como a transpiração ocorre, simultaneamente, na natureza e não é fácil a distinção entre 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 as fases de crescimento. À medida que a cultura cobre a superfície do solo, a transpiração passa a ser o principal processo (ALLEN *et al.*, 1998).

Um dos procedimentos utilizados para estimativa da necessidade hídrica de uma cultura envolve a determinação da evapotranspiração de referência (ETo), a qual, mediante a utilização do coeficiente de cultura (Kc) apropriado, possibilita estimar a evapotranspiração da cultura (ETc), nos diferentes estádios de seu desenvolvimento (SEDIYAMA, 1987).

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 de água no solo. Para se determinar o momento da irrigação, além dos parâmetros mencionados, podem ser utilizadas outras medidas de avaliação de água no solo, como turno de irrigação, ou considerar os sintomas de deficiência de água nas plantas (SOUSA et al., 1997). A determinação da E_{Tc} é imprescindível na agricultura irrigada, por permitir o ajustamento de época de semeadura dentro da estação de crescimento, em função da disponibilidade hídrica média da região, influenciando em 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 e estimada pelos métodos do balanço hídrico do solo, balanço de energia da cultura ou modelos micrometeorológicos. São diversos os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, sendo a escolha de um ou de outro baseado, principalmente, nos dados disponíveis 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 como padrão para o cálculo da evapotranspiração de referência (ALLEN ET AL., 1998). A FAO, através de seus consultores, 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 (SMITH, 1991). Essa aplicação deve ser feita para locais próximos que tenham medidas climáticas suficientes.

Existe problema de salinidade quando os sais se acumulam na zona radicular em concentrações altas, e ocasionam perdas na produção. Esses sais são, geralmente, provenientes de íons contidos nas águas de irrigação ou nas águas de lençol freático alto. O rendimento das culturas diminui quando o teor de sais na solução do solo é tal, não permitindo a absorção

suficiente de água pelas culturas provocando, assim, estado de escassez de água nas plantas. Os problemas maiores resultantes da irrigação são devido ao fato básico de requerem as plantas grandes quantidades de água, em que estão dissolvidos os sais (TESTER & DAVENPORT, 2003).

A irrigação agrega, por lixiviação natural, os sais originados do perfil do solo, pela ocorrência de intemperização de minerais solúveis, ou depositados em substratos geológicos. O fluxo de retorno da irrigação, tanto superficial, como subsuperficial fornece o meio de transporte de sais concentrados e de outros contaminantes para correntes ou reservatórios de águas subterrâneas (GHEYI ET. AL., 1997). A água transpirada pelas plantas e perdida por evaporação do solo e das superfícies de reservatórios d'água estão livre de sais. A água infiltrada através do perfil do solo contém a maioria dos sais que ficaram no solo e contém uma concentração de sais maior do que a da água inicialmente aplicada. Isso é devido ao efeito da concentração que também, pode resultar da derivação de água das bacias altas, movendo-se através do perfil do solo, podendo dissolver sais oriundos da intemperização dos minerais do solo. Alguns sais reagem com outras substâncias químicas no solo e são precipitados, ocorrendo, simultaneamente, trocas entre alguns íons na água e no solo. Sais adicionais podem ser captados por infiltração profunda á medida que a água for atravessando os estratos salinos a caminho do sistema de drenagem (LAW & BERNARD, 1970).

4. METODOLOGIA

4.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido nas instalações da Fazenda Barra, no município de Santa Luzia - PB, sob condições de campo, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010, com as seguintes coordenadas geográficas: paralelo de 06°52'20", de latitude sul, em sua interseção com o meridiano de 36°55'07", de longitude oeste e altitude média de 299 m. O solo é podizólico vermelho avermelhado, com profundidade superior a 1,5 m, apresentando textura areno-argiloso.

O clima é do tipo "Csa", clima semiárido quente, segundo classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil (COELHO & SONCIN, 1982), temperatura oscilando entre 25 e 28°C e precipitações pluviométricas médias anuais, em torno de 550 mm, com chuvas concentradas nos meses de janeiro a abril.

Durante o período experimental foram registrados dados climáticos, referentes à temperatura máxima e mínima e média pluviométrica, obtidos em estação meteorológica instalada na sede da Fazenda Barra.

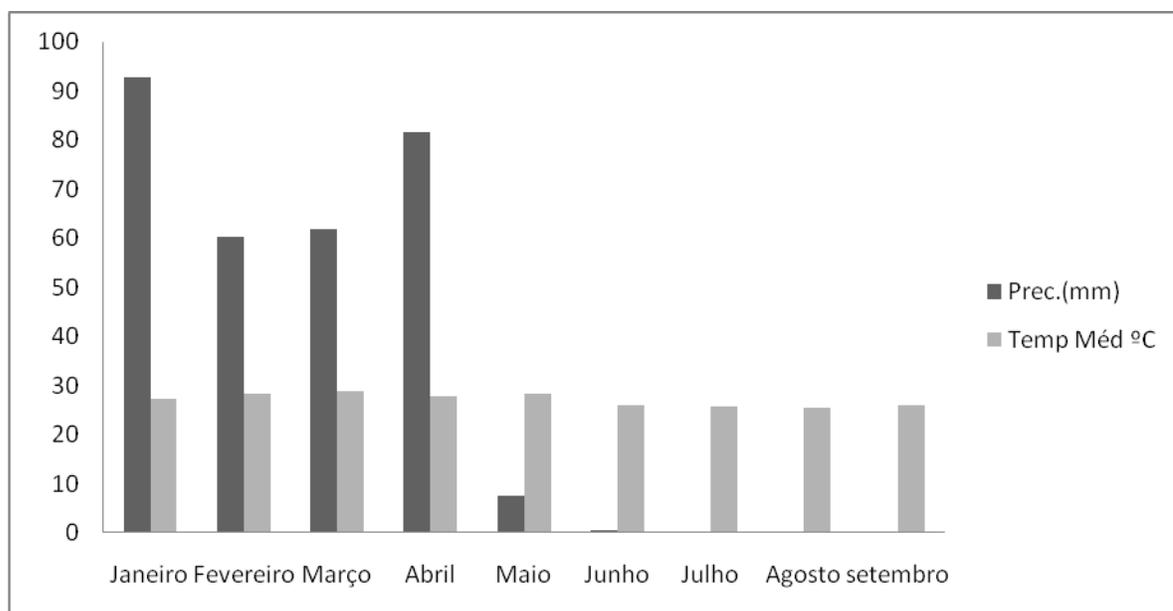


Figura 4 - Gráfico da média de precipitação na unidade experimental em Santa Luzia - PB.

4.2. Instalação do experimento

O experimento foi instalado por mudas, aproximadamente, 90 dias de idade, transplantadas para covas, no campo. As plantas receberam 10 kg de esterco bovino por cova, antes do transplante, logo após, toda a área experimental foi irrigada até atingir a capacidade de campo, de maneira a promover maior rapidez à fixação da matéria orgânica no solo, e posteriormente acompanhando a evapotranspiração de referência, determinada a partir do tanque classe “A”, para as próximas irrigações.

4.3. Irrigação

As irrigações foram feitas obedecendo a um turno de rega de dois dias, baseando-se na evapotranspiração do Tanque classe “A” e, posteriormente, calculados os tempos de irrigação em lâminas de 25%, 50%, 75% e 100%. Utilizou-se água salina proveniente de um poço de anel, perfurado ao leito do Rio da Barra, que circunda a área experimental.

A água salina foi coletada diretamente do poço com um sistema composto por uma motorbomba periférica de 5CV, com tubulação Mizu em PVC de 75 mm, onde era diretamente encaminhada para o sistema de fita gotejadora, com gotejadores a cada 20 cm, formando uma faixa molhada de aproximadamente de 1m, com uma vazão de 2.1 l/h em faixa. Durante o período experimental, amostras da água do poço foram coletadas e analisadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS, na Tabela 1 estão calculadas as médias da composição química da água no período seco. Sendo classificada de acordo Ayers e Westcot (1999) como grau de salinidade severa e nenhuma restrição quanto ao problema de infiltração.

Tabela 1 - Características químicas da água de poço utilizada na irrigação das plantas, durante período seco.

NUTRIENTES	VALOR
pH	6,98
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	5,395
Cálcio(mg L ⁻¹)	195,0
Magnésio (mg L ⁻¹)	125,76
Sódio (mg L ⁻¹)	930,58
Potássio (mg L ⁻¹)	8,97

Cloretos (mg L ⁻¹)	1601,97
Sulfatos (mg L ⁻¹)	71,28
Bicarbonatos (mg L ⁻¹)	509,35
Carbonatos (mg L ⁻¹)	0,00
Ferro (mg L ⁻¹)	0,50
Oxigênio Consumido (mg L ⁻¹)	4,00
Alcalinidade em Carbonato – CO ₃ (mg L ⁻¹)	0,00
Alcalinidade em Bicarbonatos – HCO ₃ (mg L ⁻¹)	417,5
Alcalinidade Total – CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	417,5
Dureza Total – CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	525,00
Resíduo Seco (mg L ⁻¹)	4,640
Amônia Livre – NH ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	Positivo
Nitritos – NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	Positivo
Nitrato – NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	Ausente
RAS – (mmol.l ⁻¹) ^{0,5}	12,80

Análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade, UFCG/UAEA/CTRN.

4.4. Tratamentos e delineamento estatístico

Foram estudados quatro níveis de lâminas de irrigação, calculadas a partir da evapotranspiração de referência, obtida com base no Tanque Classe “A” (L1=25%; L2=50%; L3=75% e L4=100%).

O experimento foi distribuído em blocos casualizados, com sete repetições, sendo a parcela constituída de 10 plantas, totalizando 280 plantas em campo. O espaçamento foi de 3,0 x 2,0m com 5,0m entre blocos, na figura 5, pode ser verificada a distribuição do experimento.

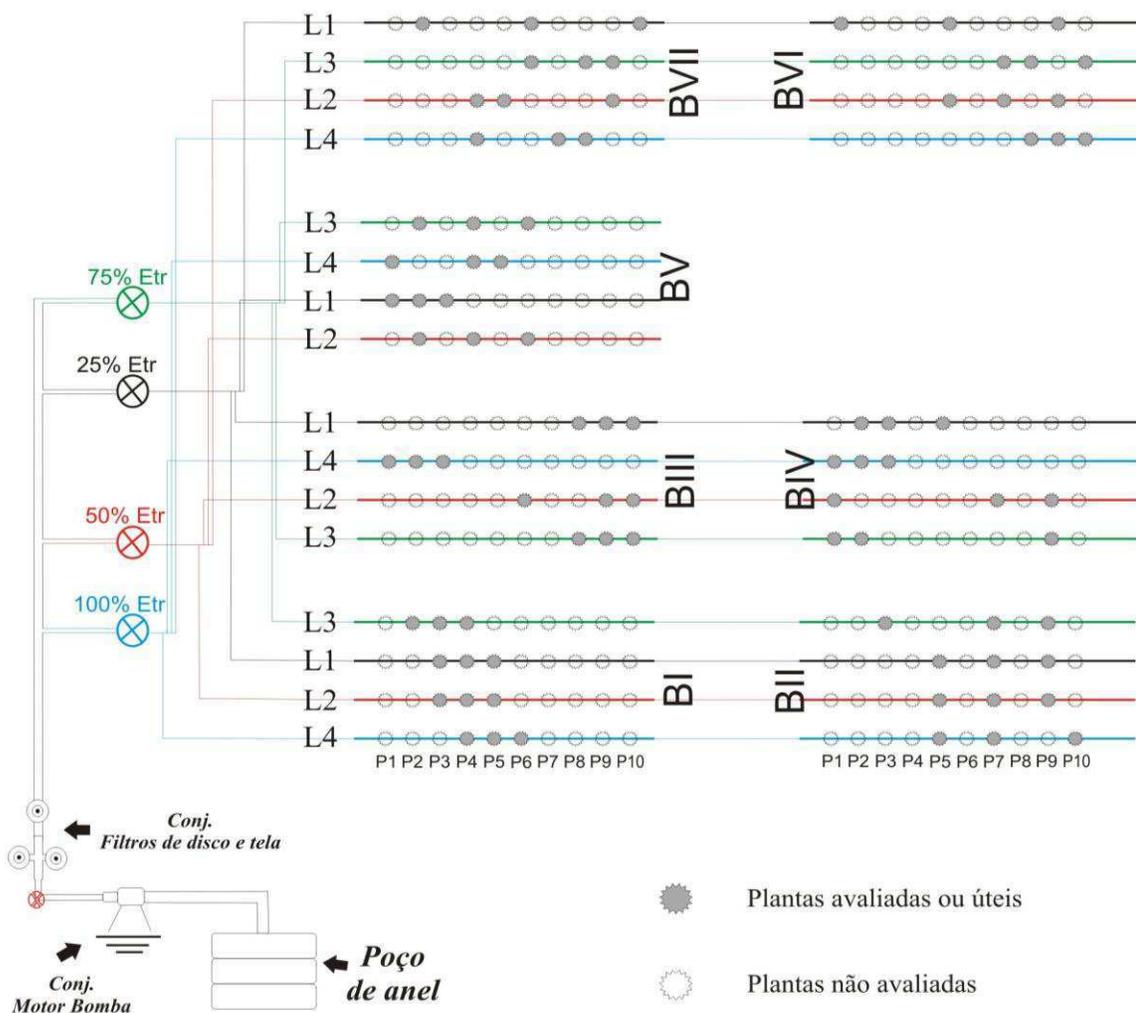


Figura 5 - Croqui do experimento com Pinhão manso sob irrigação salina - Fazenda Barra - Santa Luzia - PB. 2010.

4.5. Tratos culturais e fitossanitários

Os tratos culturais aplicados foram: adubação de cobertura (10 L/planta de esterco bovino), eliminação de folhas não funcionais das plantas, realizada conjuntamente com as avaliações mensais de crescimento e pulverização de óleo de Neem.

Ao decorrer do experimento foi identificada a presença de algumas pragas, as quais foram controladas mediante pulverizações quinzenais com óleo de Neem. Foi verificado o ataque do bicho-pau (*Phibalosoma phyllinum*), do Trips (*Selenothrips rubrocinctus*) ou trips-vermelho-da-maniçoba, do Percevejo do Pinhão (*Pachicoris torridus*) e do Louva-a-Deus. Como também,

registrou-se o surgimento do amarelão do Pinhão manso, não sendo identificada a sua causa, caracterizando-se por apodrecimento do colo da planta, amarelecimento dos ramos, a partir da extremidade, intercedendo com o caule central, perda das folhas e tombamento da planta.

4.6. Avaliações das plantas

A avaliação das plantas foi realizada no período entre 180 e 480 DAT, caracterizando o primeiro e segundo ciclo de cultivo do pinhão-manso.

4.6.1. Variáveis de Crescimento

4.6.1.1. Altura de plantas (AP) e Diâmetro caulinar (DC)

A altura das plantas foi determinada a partir dos 180 DAT, após ocorrência da adubação orgânica, realizando-se medições a cada 30 dias, aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 DAT. Utilizando-se de uma fita métrica (cm), adotou-se como critério de medição a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal.

A obtenção do diâmetro de caule das plantas ocorreu nos mesmos períodos de avaliação da variável altura das plantas (AP), utilizando-se de paquímetro, sendo as medidas (mm) realizadas no colo da planta, a aproximadamente, 5 cm acima da superfície do solo.

4.6.1.2. Número de folhas (NF)

O número de folhas por planta foi determinado a cada 30 dias, nas mesmas datas das variáveis descritas, anteriormente, considerando-se na contagem, todas as folhas completamente expandidas.

Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos a avaliações de regressão e correlação entre lâminas de irrigação e variáveis de crescimento.

4.6.2. Variáveis fisiológicas

4.6.2.1. Taxas de Crescimento Relativo em Altura de Plantas e Diâmetro do Caule.

Com base nos dados obtidos de altura de plantas e diâmetro de caule, foram determinadas as taxas de crescimento relativo (TCR) em altura de plantas (equação 1) e diâmetro do caule

(equação 2), nos períodos de 180-210, 210-240, 240-270, 270-300, 300-330, 330-360, 360-390, 390-420, 420-450 e 450-480 DAT de acordo com Beltrão & Silva (2002).

$$TCR_{AP} = \frac{I_2 - I_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq.1}$$

$$TCR_{DC} = \frac{D_2 - D_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq.2}$$

Onde:

TCR_{AP} = Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (cm cm dia-1);

TCR_{DC} = Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (mm mm dia-1).

4.6.3. Variáveis de produção

4.6.3.1 Número e peso médio de frutos

A colheita dos frutos foi feita periodicamente, quando estavam maduros (epicarpo amarelo ou marrom e fendilhado), ressaltando-se ser desuniforme a sua maturação, característica da espécie.

Os frutos eram coletados, contados, pesados, contabilizado o número de cápsulas (fruto com 1, 2, 3, 4 cápsulas e os frutos murchos) e separados os tegumentos das sementes, sendo elas colocadas ao sol e armazenados conforme seu tratamento para avaliação do teor de óleo por tratamento. No final da produção, obteve-se o número médio de frutos por tratamento.

4.6.3.2. Número e peso médio de sementes

As sementes por planta foram contabilizadas, pesadas e armazenadas, após a separação das sementes, como descrito (item 4.6.3.1), as sementes foram guardadas, identificadas por tratamento para avaliação do teor de óleo.

4.6.3.3. Teor de óleo das sementes

O conteúdo de óleo das sementes foi determinado ao final das avaliações, em função dos tratamentos estudados no experimento (item 4.4). A determinação do teor de óleo foi obtida a partir de espectrometria de ressonância magnética nuclear (RMN), realizada no Laboratório da

EMBRAPA ALGODÃO – Campina Grande-PB. Esse método permite a rápida determinação do teor de óleo em sementes individuais, sem destruição do material, que poderá ser usado para plantio da nova geração. Sua técnica envolve a determinação da ressonância dos núcleos dos átomos de hidrogênio presentes na matéria graxa das sementes.

4.6.4. Eficiência de uso da água (E.U.A.)

A eficiência de uso de água foi determinada através da relação entre o peso das sementes (kg) por tratamento e o consumo total de água por planta (m³) Equação 5, conforme apresentada em Doorenbos e Kassam (1994).

$$EUA = \frac{PS}{CTA} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

PS = Peso de sementes (kg/ha);

CT.A = Consumo total de água (m³/ha).

4.7. Análises estatísticas

Após o período experimental os dados foram tabulados e submetidos a análises de variância pelo teste F, de médias e de regressões polinomiais, utilizando-se do programa SISVAR, conforme método apresentado por Ferreira (1998).

Adotou-se para a construção das curvas o maior grau de regressão significativo (FERREIRA, 2000). Para os componentes de produção número e peso de frutos e número de inflorescências, foi utilizado o modelo Exponencial (X), por melhor se ajustar aos dados.

4.8. Avaliações econômicas

As quantidades de insumos utilizadas no experimento de pinhão manso e os custos com mão de obra foram registrados durante o ciclo e cultivo para estabelecimento da curva de melhor resposta física e econômica da cultura à aplicação de água conforme metodologia contida em Frizzone (1993), descrita a seguir, considerando-se:

Fórmula geral: ~~$R = \frac{P_y}{C_W + C_A + C_P + A + C_F}$~~

P_y – Preço unitário de venda de semente de pinhão, em R\$.kg⁻¹;

C_W – Custo de uma unidade do insumo água, em R\$.mm⁻¹.ha⁻¹;
C_A – Custo de uma unidade do insumo adubação orgânica, em R\$.kg⁻¹.ha⁻¹;

O custo de uma unidade do insumo água (CL) foi calculado com base no preço de uma hora de funcionamento do sistema de irrigação, para aplicar a vazão necessária para um hectare.

C_P – Custo de produção da cultura, em R\$.ha⁻¹.

O custo de produção da cultura (CP) compreende todos os custos, excetuando-se os diretamente relacionados com os fatores estudados (água e adubação orgânica).

A – Amortização anual dos investimentos, em R\$. ha⁻¹;

A amortização anual dos investimentos (A) foi estimada por equações específicas.n

C_F – custo fixo, em R\$. kg⁻¹. O preço de venda será o comercializado na região.

O custo fixo (CF) corresponde ao somatório dos custos de produção e a amortização anual dos investimentos.

A amortização anual dos investimentos no cultivo do pinhão manso irrigado foi estimada com base no princípio de recuperação de capital, considerando-se, os custos fixos correspondendo ao valor de uma anuidade referente ao pagamento necessário para quitar o capital utilizado no investimento, em um determinado tempo, com uma determinada taxa de juros sobre o capital, sendo esse tempo igual à vida útil dos equipamentos. Para fins de estimativa da amortização anual dos investimentos, foi considerado o valor necessário para a aquisição dos equipamentos de irrigação para 1 ha, a aquisição de 1 ha de terra nua e a construção da casa do

conjunto motobomba. A taxa real anual de juros foi estimada em 12% ao ano, considerando-se, ainda, que os equipamentos teriam uma vida útil de 10 anos, sendo zero o seu valor residual ao final de sua vida útil.

4.9. Avaliações de sustentabilidade

Para se avaliar a sustentabilidade da tecnologia utilizada, foram aplicados formulários pré-formatados (ver Apêndices 1 e 2), com perguntas envolvendo economia, sociabilidade e educação junto a quinze proprietários rurais da região da Barra e Santa Luzia-PB a fim de se obter informações sobre a viabilização das demais variáveis de sustentabilidade, abrangendo as três dimensões adotadas neste experimento: dimensão econômica, social e ambiental.

Os resultados dessas avaliações foram confrontados com as avaliações econômicas a fim de se obter uma perspectiva do retorno do capital aplicado para implantação, manutenção e cultivo do pinhão manso, tanto para agricultura familiar como para agricultura convencional.

Nessa avaliação, considera-se que a sustentabilidade será evidenciada a partir do momento em que o retorno seja justo, equiparado a outros ganhos produzidos pelos agricultores e que possua vitalidade em longos prazos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Variáveis de crescimento

5.1.1. Altura de plantas (AP)

Em referência à tabela 2, observa-se efeito significativo das lâminas de irrigação salina sobre a altura de plantas (AP) nos períodos 180, 210, 240 DAT. Constata-se ser o crescimento, em altura das plantas, de *Jatropha curcas* sensível à menor disponibilidade hídrica (L1 = 0,25% ETo e L2 = 0,50% ETo), como se pode verificar na Figura 7. Silva (2009), estudando também a cultura do pinhão-manso verificou que a altura das plantas foi afetada quando submetidas à irrigação de 0,25% da ETc. Rodrigues (2008) em experimento com outra euforbiácea, a mamona verificou também ser afetada a altura das plantas quando irrigadas sob lâminas de menores percentuais da evapotranspiração.

Observa-se que o tratamento L3 (0,75% ETo), nos períodos 360, 420 e 480 DAT mostrou-se sensível também à aplicabilidade de um maior tempo de irrigação salina, mostrando-se um crescimento médio próximo ao observado em L1 (ver figura 7). O tratamento L2 (0,50% ETo) demonstrou os melhores níveis de AP do período 270 a 480 DAT. De acordo FAO (2000) esses efeitos podem ocorrer na irrigação com água salino-sódica, em especial quando ocorre rápida dessalinização, devido a chuva ou utilização de água com baixa salinidade, variando a tolerância aos sais, especialmente nas lenhosas perenes.

Percebe-se também que as lâminas de maior reposição hídrica, L3 0,75 ETo e L4 1,0 ETo, demonstraram menores índices de altura de planta quando comparada com o tratamento L2 0,50 ETo, em todos os períodos avaliados.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância de altura de planta (AP) em Plantas de Pinhão Manso irrigado com lâminas de água salina aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT).

QUADRADOS MÉDIOS												
FV	GL	180 DAT	210 DAT	240 DAT	270 DAT	300 DAT	330 DAT	360 DAT	390 DAT	420 DAT	450 DAT	480 DAT
LÂMINAS	3	667.5595*	828.4047*	772.3928*	310.3095ns	877.1460ns	980.0200ns	271.0823ns	288.7632ns	292.6955ns	709.3498ns	710.4295ns
BLOCOS	6	540.2857*	455.5208*	622.4732*	891.8630ns	1081.0139ns	1313.1836*	1032.8548ns	1016.7533ns	1209.0998ns	891.9073ns	894.9795ns
CV(%)		19.71	18.45	18.17	27.83	20.69	18.62	18.28	17.08	17.75	17.61	17.61

(**, *, ns) Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

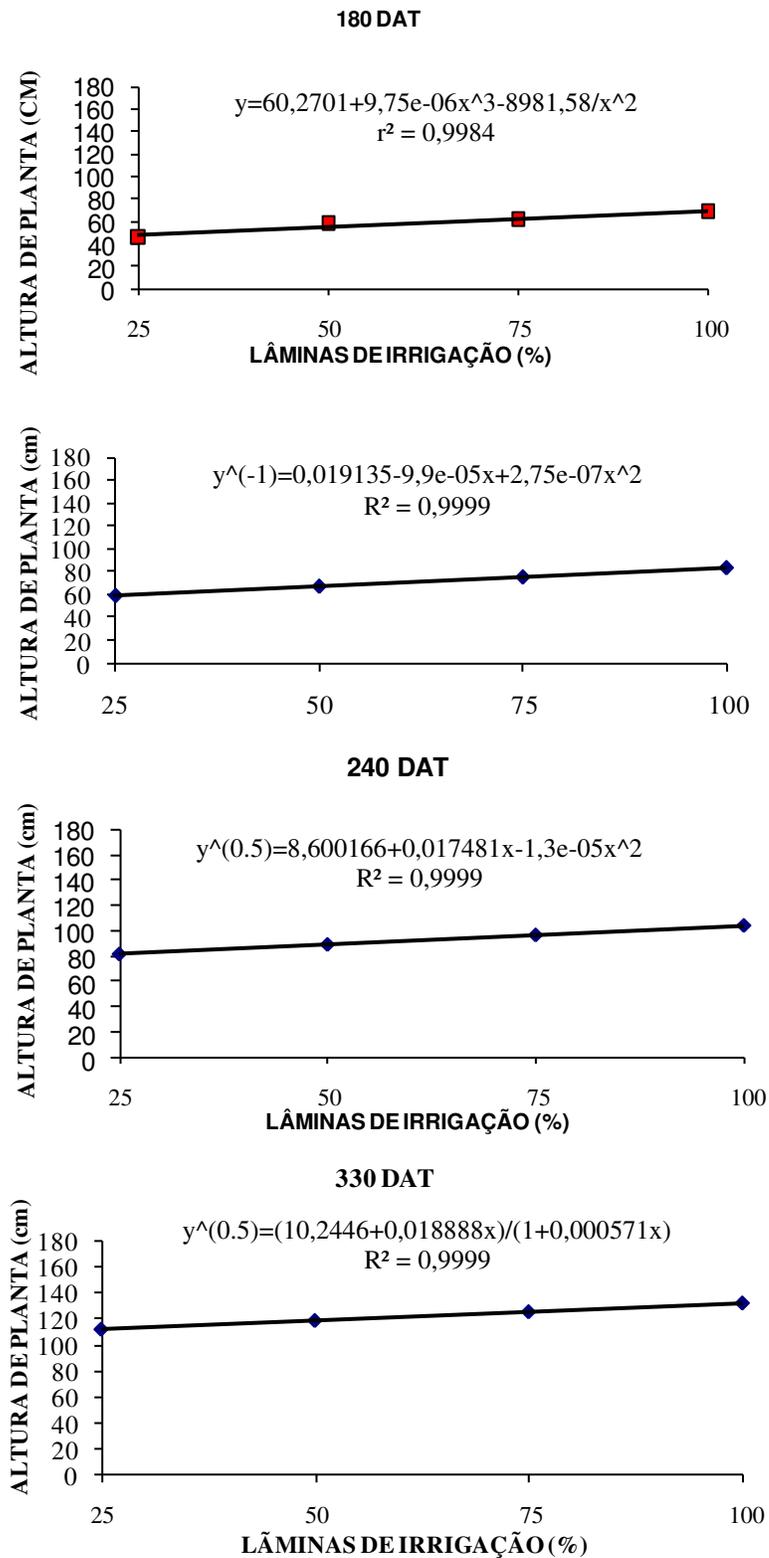


Figura 6 – Respostas fisiológicas sob lâminas de irrigação salina em função de altura de planta (AP) - Fazenda Barra - Santa Luzia – PB



Figura 7- Evolução de Altura de Planta (AP) em Plantas de Pinhão Manso submetidas a lâminas de irrigação salina (L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, L3 - 75% Eto e L4 – 100% Eto) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplante (DAT).

5.1.2. Diâmetro caulinar (DC)

O Diâmetro de caule (DC) não foi influenciado, significativamente pela lâmina de irrigação, em todos os períodos estudados (Tabela 3), embora os menores diâmetros de caule fossem encontrados nas plantas que recebiam as menores lâminas de irrigação (tabela 4).

A não significância evidencia que as plantas de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*) possuíam alta variabilidade de crescimento. Severino e Beltrão (2006) constataram ser o diâmetro caulinar do pinhão-manso afetado linearmente, pela condutividade elétrica da água (CEa), com redução de 7,68% por unidade de CEa com efeito semelhante também foi observado, também, na altura das plantas (7,85%).

Percebe-se que em todos os períodos (Tabela 4), a lâmina de 100% ETo apresentou maior média de crescimento. Silva (2009) verificou maior diâmetro caulinar em plantas irrigadas com 100% de suas necessidades hídricas, até 365 dias obtiveram efeito significativo sobre o diâmetro caulinar após os 365 dias após transplante, quando comparadas às plantas de menor lâmina de irrigação em casa de vegetação.

A representação da Figura 8 auxilia na comparação do crescimento do diâmetro caulinar em dias após o transplante, fortificando a sensibilidade quanto à salinidade do solo, os valores de

L1 (25%ETo), ficaram muitos próximos aos valores de L2, L3 e L4, principalmente a partir de 390 DAT até o final das avaliações. Vale et al. (2007), estudando, também, efeitos da salinidade em pinhão-manso identificaram efeito significativo em todas as variáveis de crescimento aumentando a sensibilidade da planta com incremento da condutividade elétrica da água. O resultado permite classificar o Pinhão-manso como uma espécie sensível ao estresse salino. De acordo Silva (2004), a mamoneira, que pertence à mesma família do pinhão-manso (Euforbiácea) também é uma espécie sensível à presença de sais na água de irrigação; pelos resultados encontrados por esse autor, na faixa de condutividade elétrica entre 0,7 e 8,7 dS/m houve redução no crescimento e na produção até mesmo nos nível mais baixos de salinidade, como 2,7 dS/m.

Tabela 3 - Resumo das análises de variância em Diâmetro Caulinar (DC) em Plantas de Pinhão Manso submetidas a lâminas irrigação salina aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT).

QUADRADOS MÉDIOS												
Fonte de variação	GL	180 DAT	210 DAT	240 DAT	270 DAT	300 DAT	330 DAT	360 DAT	390 DAT	420 DAT	450 DAT	480 DAT
Lâminas	3	44,0257ns	73,8318ns	84,8156ns	125,2537ns	104,3575ns	155,7738ns	134,7757ns	51,8613ns	51,8613ns	60,3924ns	60,3924ns
Blocos	6	11,7404ns	24,5707ns	52,2957ns	52,8132ns	122,3817ns	161,1890ns	327,8514ns	298,1437ns	298,1437ns	258,0789ns	258,0789ns
CV (%)		21,22	21,53	22,43	20,28	19,05	17,65	20,1	17,42	17,42	16,62	16,62

(**, *, ns) Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 4 - Médias observadas do Diâmetro Caulinar (DC) em Plantas de Pinhão manso submetidas a lâminas de irrigação salina (L1 - 25% Eto, L2 - 50% Eto, L3 - 75% Eto e L4 - 100% Eto) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplântio (DAT).

Lâmina	180 DAT	210 DAT	240 DAT	270 DAT	300 DAT	330 DAT	360 DAT	390 DAT	420 DAT	450 DAT	480 DAT
L1	30,6700	34,8543	44,7300	50,3900	57,7129	63,8714	75,2786	80,8614	80,8614	83,1257	83,1257
L2	31,0043	35,1586	47,0029	53,3371	60,6543	66,6000	76,0214	81,0514	81,0514	83,9371	83,9371
L3	31,3386	35,4629	49,2757	56,2843	63,5957	69,3286	76,7643	81,2414	81,2414	84,7486	84,7486
L4	31,6729	35,7671	51,5486	59,2314	66,5371	72,0571	77,5071	81,4314	81,4314	85,5600	85,5600

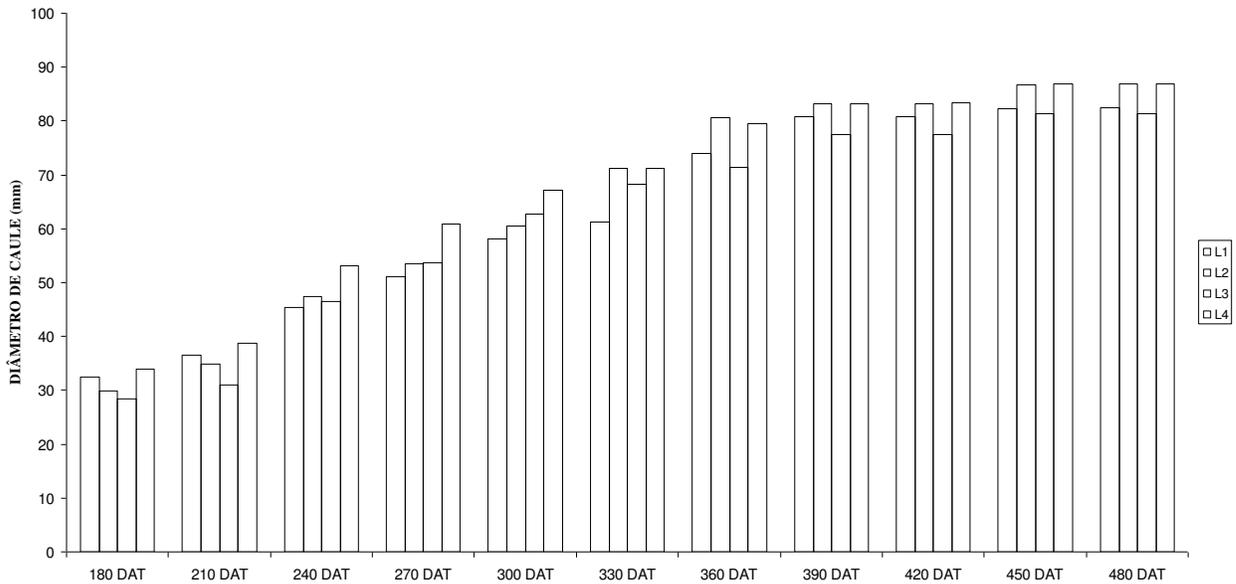


Figura 8- Evolução do Diâmetro Caulinar (DC) em Plantas de Pinhão Manso submetidas a lâminas de irrigação salina (L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, L3 - 75% Eto e L4 – 100% Eto) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 dias após o transplantio (DAT).

5.1.3. Número de folhas (NF)

Pelas curvas de número de folhas (NF) em função do tempo, apresentadas na Figura 9, nota-se, inicialmente, crescimento em todas as lâminas de irrigação (L1,L2,L3 e L4) com maiores variações dos 180 aos 270 DAT e perda foliar no período de 270 aos 330 DAT. A redução de NF se deve ao período de senescência (processo metabólico para o envelhecimento), via programação genética, deteriorando os telômeros e ativação de genes supressores específicos (citar fonte). As células que entram em senescência perdem a capacidade proliferativa, após um determinado número de divisões celulares característico do pinhão-manso, uma característica inviável quando levada em consideração para cultivo agrícola, por diminuir os índices de absorção solar, afetando, conseqüentemente as taxa fotossintética e de absorção de nutrientes e produção de frutos.

Por volta de período 370 DAT, o pinhão-manso formou uma grande quantidade de folhas maior que a do primeiro ciclo, com o decorrer do tempo a planta perdeu folhas observando-se que as irrigadas com lâminas L3 e L4 tinham maior NF que as irrigadas com as lâminas L1 e L2, indicando que na condutividade elétrica utilizada neste trabalho ($5,395\text{dS. cm}^{-1}$) o NF não foi afetado negativamente mesmo aumentando a lâmina de água aplicada na irrigação.

Mas esses fatores podem se tornar negativos quando a CEa varia como encontrado em Vale (2007) em plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,06 a 4,2 dS/m, observou-se redução do comprimento de folhas de 10,0 para 6,0cm.

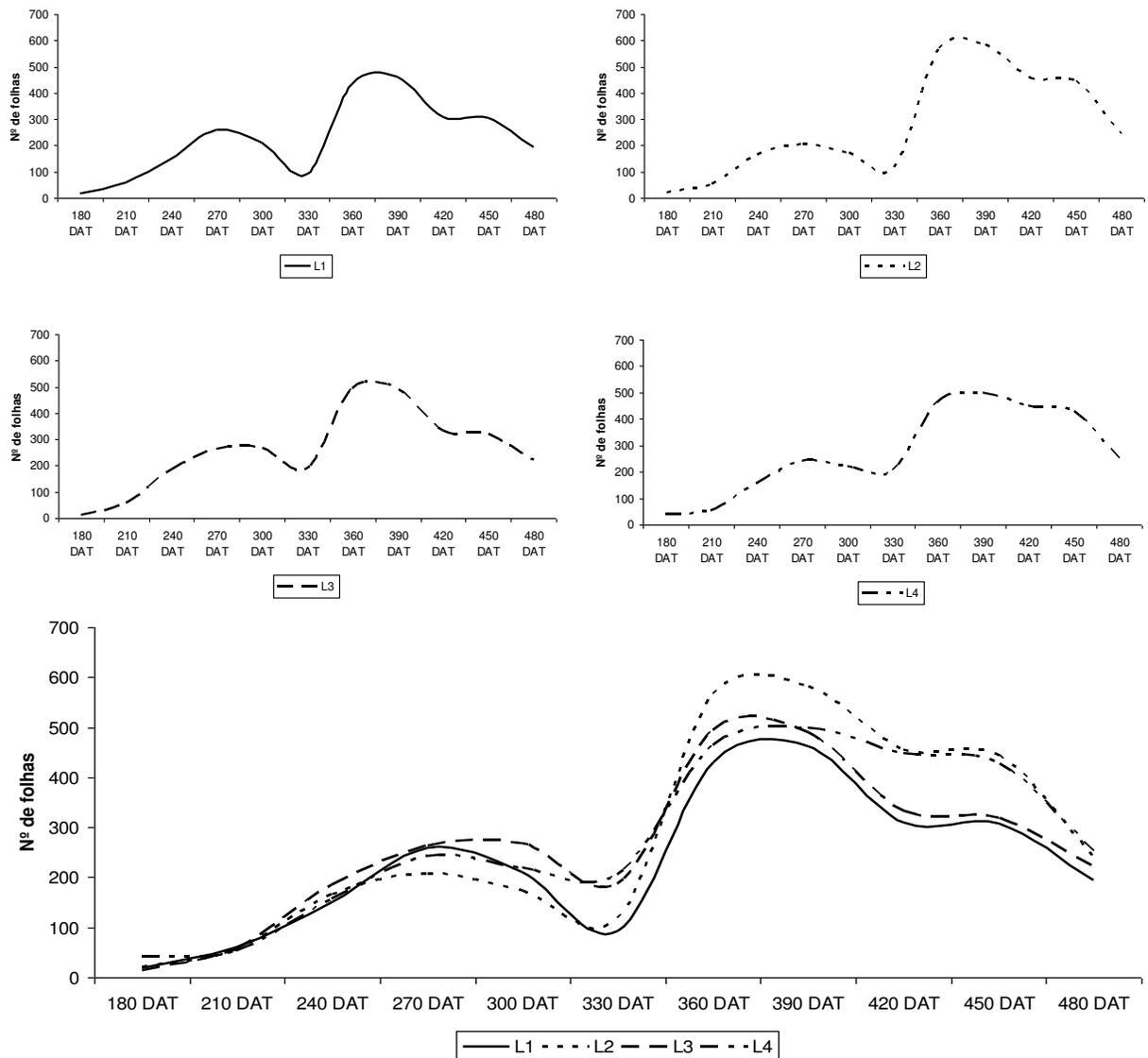


Figura 9 - Gráfico de acompanhamento de número de folhas em função da Lâmina de irrigação L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, 75% Eto e 100% Eto e dos DAT.

5.2. Variáveis fisiológicas

5.2.1. Taxas de crescimento relativo em altura de plantas (TCR AP)

Na taxa de crescimento relativo em altura de plantas, observa-se que a menor lâmina de reposição hídrica L1 – 0,25 ETo, de acordo com a equação 1 do item 4.6.2.1., obteve melhor resposta fisiológica em quatro avaliações, que estão representados e calculados pela TCR2, TCR3, TCR6 e TCR10, acompanhada de L2 – 0,50 ETo que apresentou melhor eficiência nos cálculos de TCR1, TCR4, TCR5 e TCR8 e os tratamentos de maior reposição hídrica L3 – 0,75 e L4 – 1,0 ETo apresentaram-se com os menores valores de crescimento relativo.

Os efeitos apresentados nos maiores tratamentos de reposição hídrica, podem ter sido influenciados pelo acúmulo de sais, evidenciando uma sensibilidade ao acúmulo de sais pelo Pinhão-manso

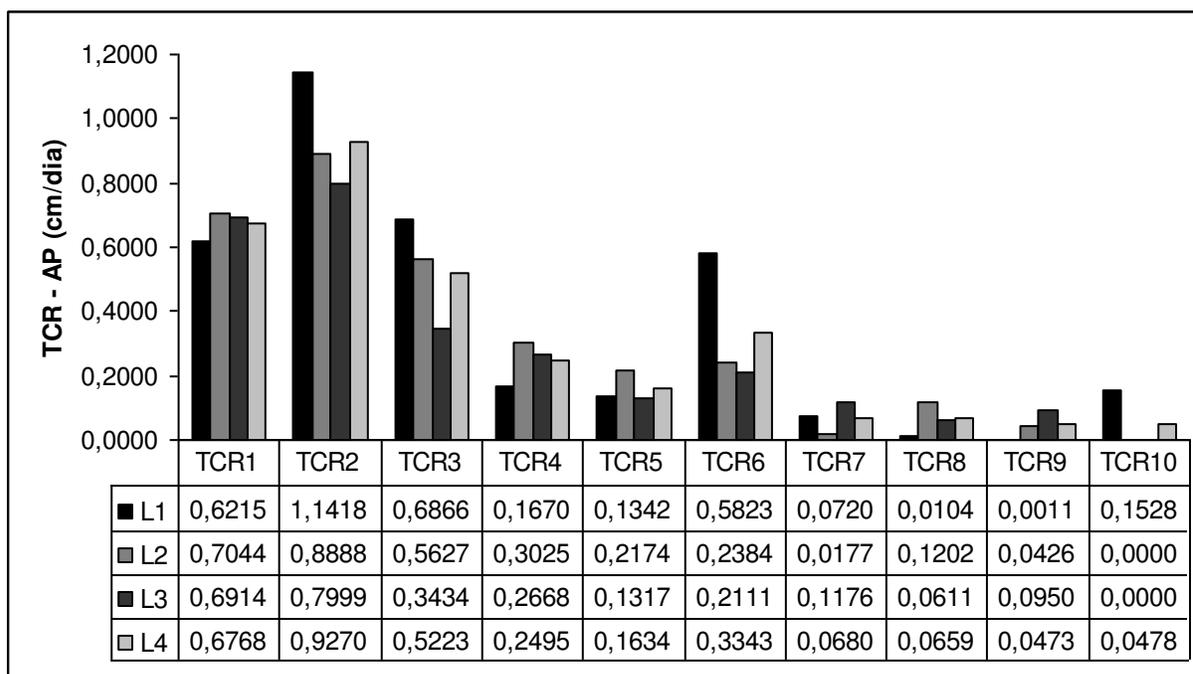


Figura 10 - Dados da Taxa de Crescimento Relativo (TCR) em Altura de Planta (AP).

5.2.2. Taxas de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCR DC)

Quando calculadas as Taxas de Crescimento Relativo em diâmetro de caule (DC), com os 4 tratamentos de irrigação salina, a lâmina de menor reposição L1 – 0,25 da ETo se apresentou superior que os tratamentos de maior reposição hídrica nos períodos TCR6 e TCR7, L2 – 0,50 da ETo, também, mostrou-se em dois períodos calculados, TCR1 e TCR5 com os maiores índices calculados, sendo que a lâmina de irrigação L3 – 0,75 da ETo se apresentou superior em TCR2, TCR3, TCR4 e TCR9, ou seja em quatro períodos avaliados, firmando-se como a melhor resposta fisiológica para o diâmetro caulinar apresentado, já que a lâmina L4 – 1,0 da ETo apresentou valores inferiores em todas as épocas avaliadas e calculadas, indicando que o Pinhão-manso não possui dependência a solos muito úmidos.

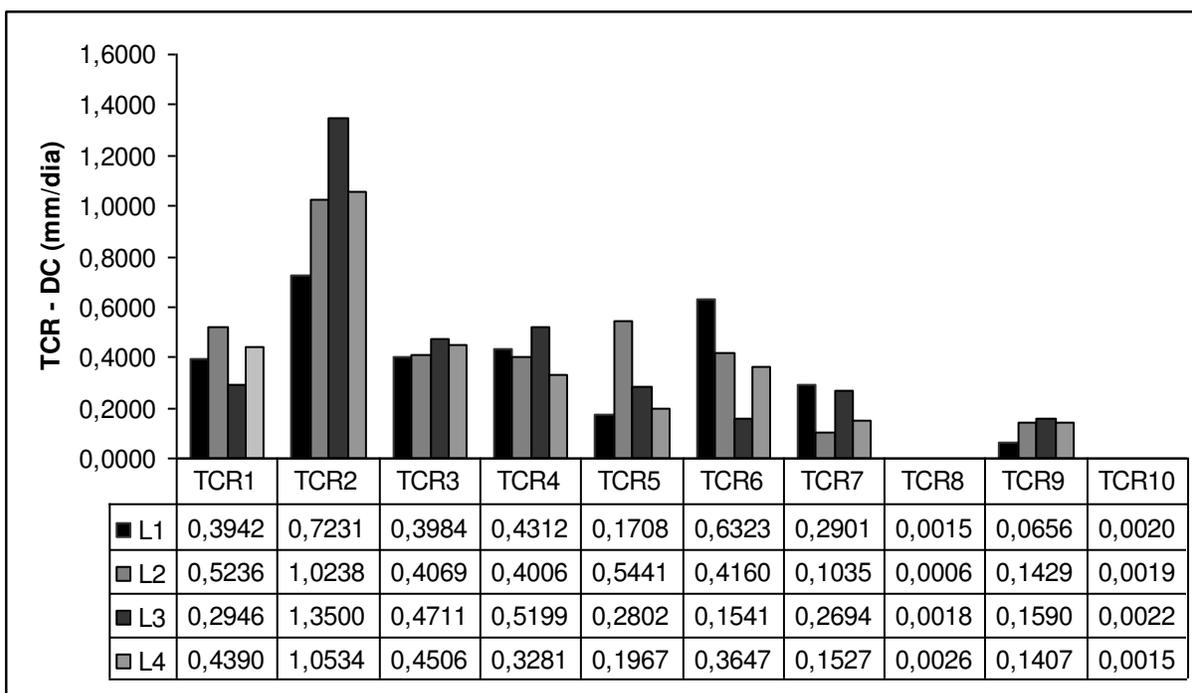


Figura 11 - TCR em diâmetro caulinar em Pinhão Manso sob irrigação salina.

5.2.3. Reserva nutricional em folhas.

Observa-se que os níveis de N, P, K aumentam até o tratamento L3 - 50% da ETo e em L4 – 100% da ETo estes valores diminuem, mais evidenciado no potássio, podendo este nutriente ter sido lixiviado devido ao aumento do tempo de reposição hídrica.

Em relação ao sódio observa-se que na lâmina de maior reposição hídrica do solo, o que era esperado, por se tratar de aplicação de água salina.

De acordo com os resultados obtidos nas variáveis de crescimento e produção deste trabalho, percebe-se pela análise de nutrientes em folhas, que os valores de sódio e potássio se mantêm equilibrados, pois os mesmos possuem uma dependência.

Desta maneira, Morais (2009) indica que sódio pode substituir o potássio na ativação de numerosas enzimas. Embora o pinhão-mansão seja uma planta C3, vale citar que o sódio ativa as enzimas que catalisam a conversão de piruvato em fosfoenol-piruvato em plantas C4 (gramíneas) e CAM (metabolismo do ácido crassuláceo, por exemplo: abacaxi, cactos).

Relacionando que o crescimento e produção de um vegetal estão diretamente ligados com a disponibilidade dos nutrientes na água e no solo e que a quantidade dos nutrientes, em baixa ou em alta concentração pode alterar positiva e negativamente, o crescimento e desenvolvimento das plantas, as que receberam os tratamentos de maior reposição hídrica foram afetadas em seu crescimento e produção, fato comprovado pelo acúmulo de Na nas folhas.

Os tratamentos L1 e L2 estiveram entre aqueles com os maiores índices de crescimento relativo, a altura de planta e o diâmetro caulinar foram afetados à medida que o tempo decorria, efeito este propiciado, possivelmente, pelo acúmulo de sal no solo o que pode ter interferido na regulação osmótica do vegetal.

Tabela 5 - Análise de nutrientes e sódio em folhas de Pinhão Manso sob lâminas de irrigação salina.

LÂMINA	BLOCOS	N	P	K	Na
L1		19,01	3,32	38,34	42,75
L2	VII	19,61	3,28	42,53	43,58
L3		18,86	3,33	43,65	43,58
L4		18,87	3,55	39,46	47,71

Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas - LSNP, UFCG/CCTA/Campus Pombal

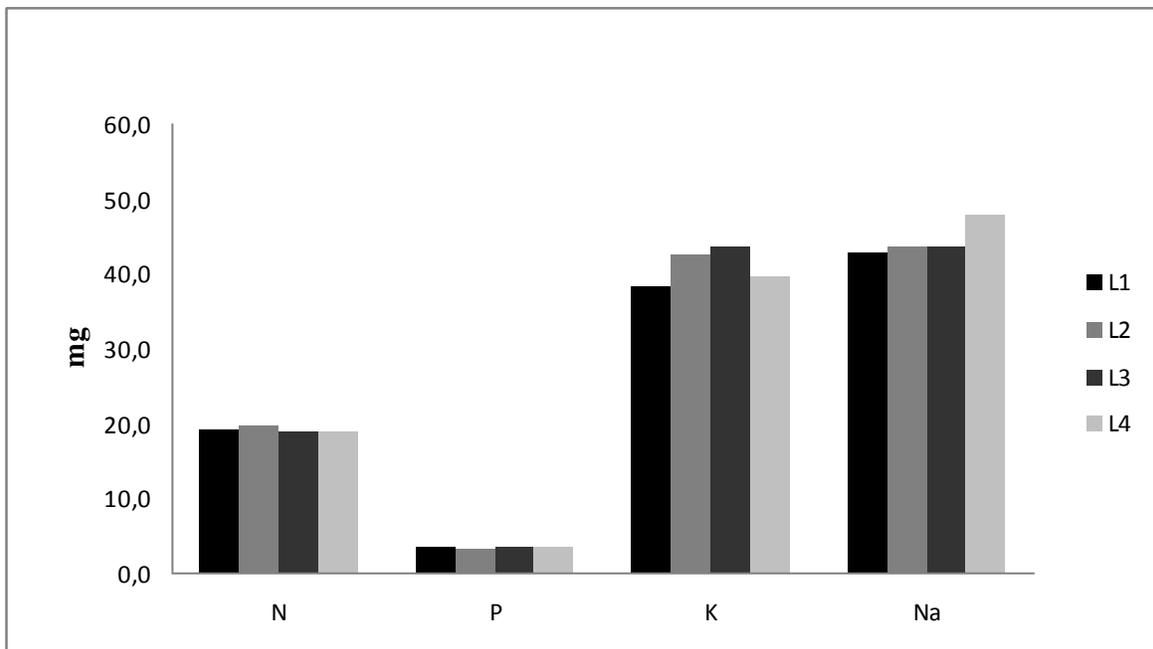


Figura 12 - Conteúdo de N, P, K e Na em folhas de Pinhão Manso submetidos a lâminas de irrigação salina (L1 – 25% Eto, L2 – 50% Eto, L3 – 75% Eto e L4 – 100% Eto).

5.3. Variáveis de produção

5.3.1. Número de inflorescência (NI)

O número de inflorescência diminuiu com a idade das plantas, observando-se menor florescimento nas que receberam a menor lâmina de irrigação (Figura 13). Relacionando-se esses dados com os de número de folhas, apresentados na Figura 9, nota-se uma coerência, pois no período em torno de 420 DAT houve diminuição de NF, coincidindo, também, com um declínio na emissão de inflorescências. Por serem as folhas o órgão principal na síntese de compostos orgânicos, através de fotossíntese, ao diminuir o seu número foi afetado, também as flores, uma perfeita correspondência entre fonte e dreno (Taiz & Zeiger, 2004)

Fica uma expectativa quanto aos dados de produção das plantas, se seguiram a mesma tendência do florescimento, ao longo das datas de avaliação e entre as lâminas de irrigação. O decréscimo de NI indica a preparação para o início de senescência foliar, observada no final, para todos os tratamentos.

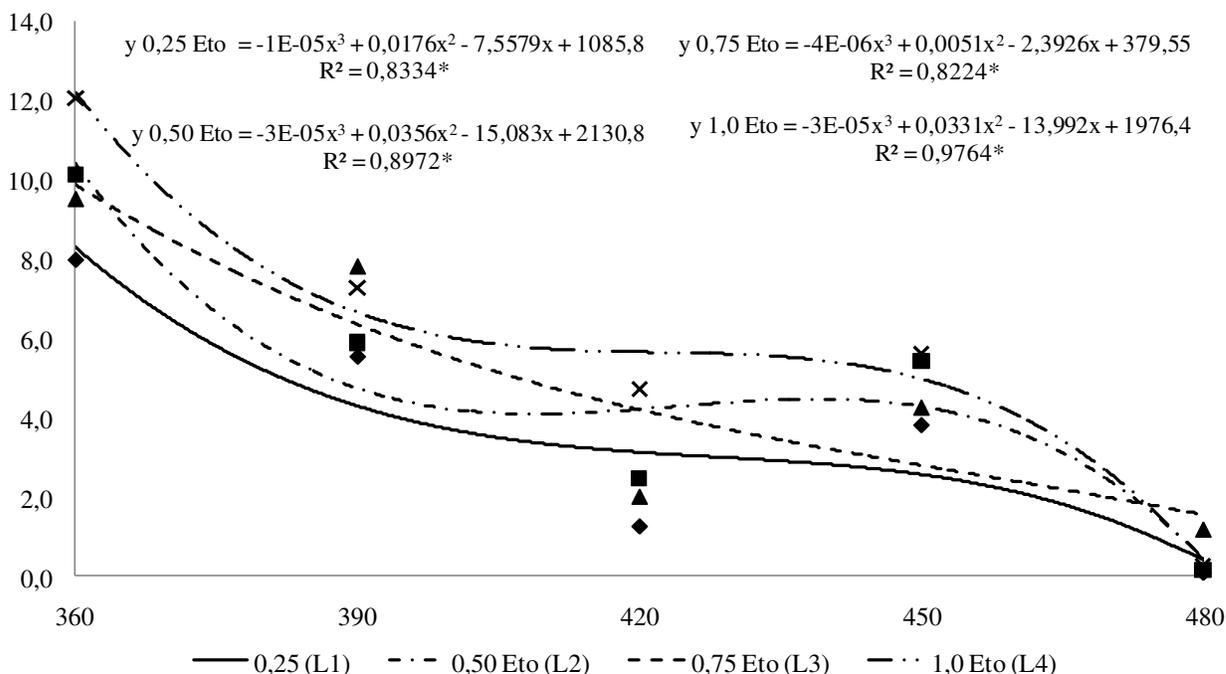


Figura 13 - Número de inflorescência no Pinhão manso sob tratamento em lâminas de irrigação salina.

5.3.2. Número e peso médio de frutos e sementes

De acordo com os dados de produção de frutos e sementes apresentados na Figura 14 registraram-se maior produção de frutos, peso médio de fruto, quantidade de sementes, quantidade de frutos unicapsular, bicapsular e tricapsular quando as plantas foram irrigadas com L3, correspondendo a 75% da ETo. Maior peso médio de sementes (PS) foi observado nas lâminas de irrigação salina L1 (25% da ETo) e L3 (75% da Eto) com valores de 477 e 425g/planta de sementes por planta. Nas lâminas L1 e L3 foram registrados, também, o maior número de sementes murchas (SM).

Em todas as variáveis de produção avaliadas houve decréscimo com a maior lâmina de irrigação, uma evidência da sensibilidade do *Jatropha curcas* à salinidade, pois maior quantidade de sais foi incorporada ao solo.

O número capsular altera ligeiramente a quantidade de sementes e peso dos frutos sendo evidenciados os menores índices de frutos tri e Tetracapsular nas lâminas de 25% e 100% da ETo afetando negativamente o peso médio de sementes obtido nesses tratamentos.

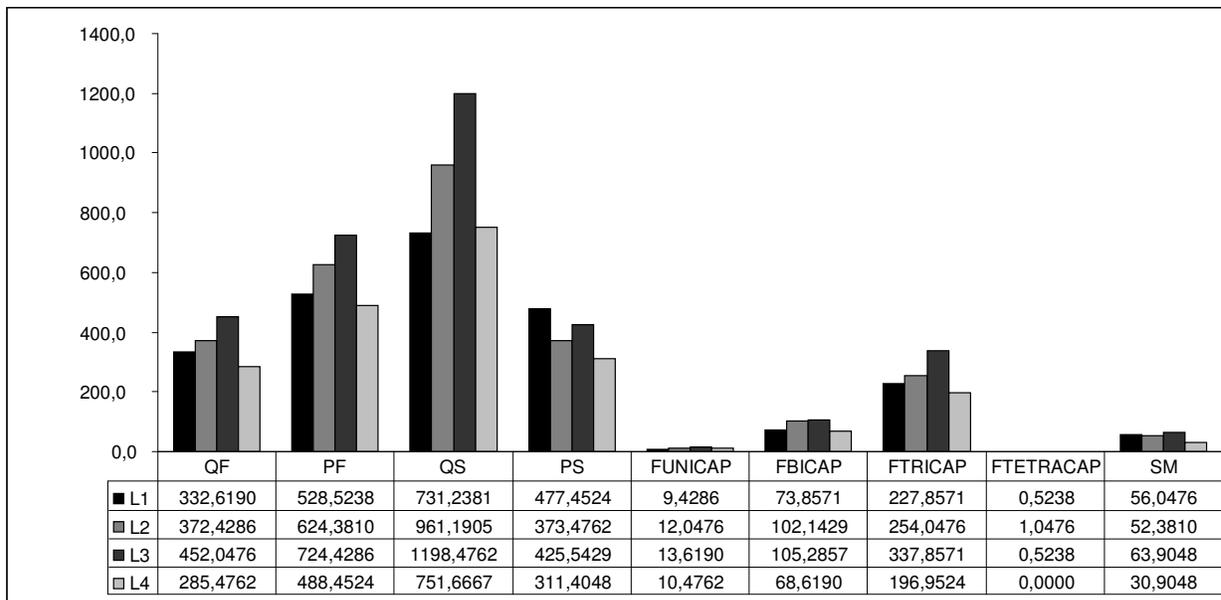


Figura 14 - representação gráfica das lâminas de irrigação com os parâmetros de produção quantidade de fruto (QF), peso do fruto (PF), quantidade de sementes (QS), peso da semente (PS), quantidade de fruto unicapsular (FUNICAP), quantidade de frutos bicapsular (FBICAP), quantidade de frutos tricapsular (FTRICAP), quantidade de frutos tetracapsular (FTETRACAP) e número de sementes murcha (SM).

5.3.3. Teor de óleo das sementes

De acordo com a Tabela 6, os níveis de teor de óleo foram significativos para todos os tratamentos, observa-se que o tratamento de 100% Eto foi afetado enquanto aos níveis de teor de óleo em relação às lâminas L2 – 50%Eto e L3 – 75% Eto e apresentou uma variação entre a lâmina de menor reposição de água salina (L1 – 25%Eto) de apenas de 1,9%. Os maiores valores apresentados do percentual do teor de óleo foram apresentado pelas lâminas de salina de 50% e 75% da evapotranspiração de referência, mas todos os tratamentos apresentaram teores de óleo abaixo de dados observados em outros ensaios.

Penha (2007) em avaliação de teor de óleo em sementes de pinhão manso obteve percentual de óleo na amêndoa em média foi de 59,473 %, composto basicamente de 58,99% de ácido esteárico e oléico e 19,88 % de ácido palmítico. Teixeira (1987) também em estudos de caracterização do óleo obtido a partir da semente do *Jatropha* observou uma média de 34% de teor de óleo.

Observa-se que mais uma vez a comprovação da sensibilidade à salinidade do pinhão manso, pois à medida que se aplicava a maior lâmina salina de reposição hídrica o percentual de óleo nas sementes diminui. Os resultados apresentados na figura 15 permitem afirmar que, a

partir da menor lâmina de reposição hídrica, o pinhão manso possui baixas exigências hídricas, demonstrando sua característica xerófita proveniente de sua genética.

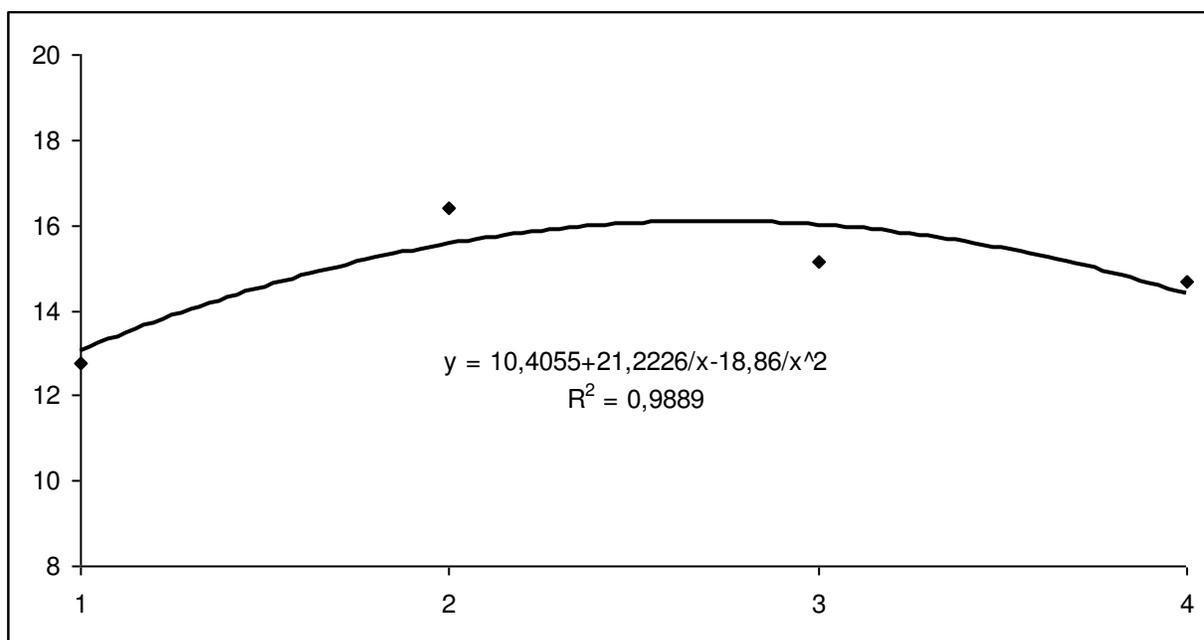


Figura 15 - Percentual de teor de óleo em sementes de Pinhão-manso sob tratamento de lâminas salina.

Tabela 6 - Valores de Quadrado Médio, médias de teor de óleo em sementes de Pinhão-manso e coeficiente de variação (CV), em função dos tratamentos.

TRAT	LEITURA1	LEITURA2	LEITURA3	MEDIAS	CV(%)
L1	12,78	12,5	13,01	12,7633*	2,00
L2	15,65	16,83	16,72	16,4000*	3,97
L3	14,9	15,36	15,23	15,1633*	1,56
L4	15,03	14,78	14,18	14,6633*	2,98

5.4. Eficiência de uso da água (E.U.A.)

A melhor eficiência do uso de água foi observada na lâmina de irrigação de 25% da ETO (Figura 17), onde a cada m³ aplicado obteve-se ganho médio de 4,6 g de sementes por planta. À medida que se aumenta a lâmina de irrigação salina obteve-se menor ganho de sementes por unidade de água aplicada à planta, registrando-se a menor eficiência na lâmina de 100% da ETO. Como a água era salina, esse fato é um indicativo de ser Pinhão-manso é sensível a altos níveis de salinização, pois com aumento das lâminas de maior quantidade de sais foi incorporada ao solo, o que se refletiu em queda na produção das plantas. Kramer e Boyer (1995), afirmam que, normalmente, o aumento da temperatura e a demanda da evaporação da água reduzem a E.U.A.

e, ao contrário, o aumento da umidade relativa aumenta a eficiência de uso da água; todas essas condições são preponderantes no local onde foi conduzida a pesquisa..

A maior eficiência de uso da água em L1 caracteriza o Pinhão-manso como uma planta de baixo requerimento hídrico, adaptando-se o seu cultivo em regiões áridas e semiáridas, desde que características como maturação heterogênea dos frutos e perdas foliares sejam domesticadas geneticamente. Esse procedimento resultaria, positivamente, em diminuição de mão de obra e aumento de eficiência na absorção da radiação solar, por um maior espaço de tempo pelas folhas, podendo se reverter em aumento da produção de frutos pela planta de pinhão-manso.

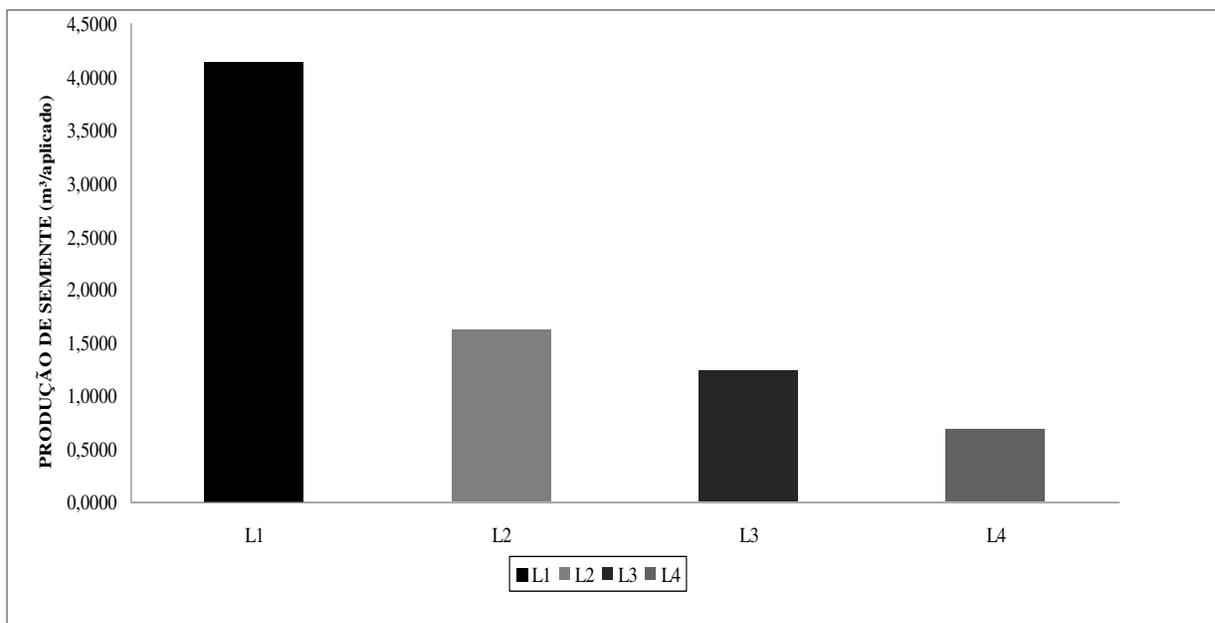


Figura 16 - gráfico de eficiências do uso de água no cultivo de Pinhão manso sob irrigação salina - Fazenda Barra - Santa Luzia - PB

5.5. Avaliação econômica

Na Avaliação da rentabilidade econômica do cultivo do Pinhão-manso voltado para agricultura familiar, foram consideradas diversas variáveis, por se tratar de uma cultura ainda sem um mercado próprio, tampouco sem haver uma variedade genética domesticada para as condições desejáveis. Quando calculados os valores dos custos fixos e variáveis na implantação de 1 hectare de pinhão-manso de acordo com a Tabela 7, com o cultivo do primeiro ciclo de produção, foram obtidos resultados negativos, com maior peso para o custo de mão de obra e aquisição de um lote de terra.

Levando-se em conta que, após o primeiro ciclo de produção, não haverá mais a necessidade de investimentos no conjunto de sistema de irrigação, haverá um melhor ganho a partir do segundo ciclo de produção. O valor adotado de venda de 1 kg de semente de Pinhão, está calculado na média de venda da semente da mamona no mercado mundial que se regula próximo de R\$ 0,82 a 0,90 centavos. (MACÊDO, 2004).

Verifica-se que (Tabela 8), o valor residual ou lucro, torna-se inviável no primeiro ano de cultivo, mesmo levando-se em consideração o manejo familiar, onde o próprio dono da terra terá a mão de obra e que o mesmo já possua a terra para plantio.

Observando-se a Tabela 9, o demonstrativo financeiro evidencia se tratando de uma cultura perene que dura em média 10 anos em produtividade, um saldo médio de R\$ 4.000,00 ha, mesmo assim não ocasionando um retorno financeiro quando equiparado com a lucratividade de outras oleaginosas já fixadas no mercado financeiro. A subtração de alguns materiais apresentado na tabela 7, é ocasionado por terem uma vida útil acima de cinco anos quando utilizados corretamente.

Os saldos positivos apresentados nas Tabelas 7 e 8 se tornam inviáveis, principalmente no primeiro ciclo de produção, sendo calculada uma renda mensal média de R\$ 362,00, valor abaixo de um salário mínimo atual.

Tabela 7 - Avaliação econômica do custo de instalação e produção de 1 hectare de Pinhão Manso sob irrigação.

CUSTOS FIXOS /1ha.ano						
QTD	MATERIAIS		VLR UNIT.		VLR TOTAL	
17	TUBO PVC 0,75mm – 6m	R\$	32,00	R\$	544,00	
3300m	FITA GOTEJADORA 0,25mm	R\$	0,20	R\$	660,00	
7	CONECTOR ARANHA P/ FITA GOTEJADORA	R\$	2,00	R\$	14,00	
1	BOMBA D'ÁGUA 5CV	R\$	3.000,00	R\$	3.000,00	CP
2,475	Kg SEMENTE DE Pinhão Manso	R\$	0,90	R\$	2,23	
2	HORA MÁQUINA	R\$	65,00	R\$	130,00	
33	ADUBAÇÃO ORGÂNICA (ESTERCO BOVINO)	R\$	3,00	R\$	99,00	
1	*AQUISIÇÃO HECTARE	R\$	1.500,00	R\$	1.500,00	
					R\$ 5.949,23	
CUSTOS VARIÁVEIS /1ha.ano						
30	CONSUMO DE ENERGIA	R\$	0,73	R\$	262,80	
15	*MÃO DE OBRA	R\$	25,00	R\$	4.500,00	CP
1	DEFENSIVO ORGÂNICO (NEEM)	R\$	35,00	R\$	420,00	

R\$ 5.182,80			
PRODUÇÃO 1ha/ano			
QTD	CULTURA	PRODUÇÃO /PLANTA.Kg	MÉDIA GERAL kg
1650	PLANTAS EM CAMPO DE PINHÃO MANSO	3,90	6435,00
LUCRATIDADE DA PRODUÇÃO 1ha/ano			
		PREÇO/Kg	VALOR TOTAL
VALOR DE VENDA 1Kg SEMENTE PINHÃO		R\$ 0,90	R\$ 5.791,50
BALANÇO FINANCEIRO			
CUSTOS TOTAL		R\$	11.132,03
LUCRATIVIDADE DA PRODUÇÃO		R\$	5.791,50
VALOR CAIXA		R\$ 5.340,53	DEVEDOR

(*)Estes custos serão retirados quando é considerado que a cultura será direcionada para agricultura familiar, onde o próprio produtor fará a mão de obra e também já possui o hectare para plantio. (tabela 6)

Tabela 8 - Avaliação econômica do custo de instalação e produção de 1 hectare de Pinhão Manso irrigado sob manejo familiar.

CUSTOS FIXOS /1ha.ano			
QTD	MATERIAIS	VLR UNIT.	VLR TOTAL
17	TUBO PVC 0,75mm	R\$ 32,00	R\$ 544,00
3300m	FITA GOTEJADORA 0,25mm	R\$ 0,20	R\$ 660,00
7	CONECTOR ARANHA P/ FITA GOTEJADORA	R\$ 2,00	R\$ 14,00
1	BOMBA D'ÁGUA 5CV	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
2,475	Kg SEMENTE DE Pinhão Manso	R\$ 0,90	R\$ 2,23
2	HORA MÁQUINA	R\$ 65,00	R\$ 130,00
33	ADUBAÇÃO ORGÂNICA (ESTERCO BOVINO)	R\$ 3,00	R\$ 99,00
			R\$ 4.449,23
CUSTOS VARIÁVEIS /1ha.ano			
30	CONSUMO DE ENERGIA	R\$ 0,73	R\$ 262,80
1	DEFENSIVO ORGÂNICO (NEEM)	R\$ 35,00	R\$ 420,00
			R\$ 682,80
PRODUÇÃO 1ha/ano			
QTD	CULTURA	PRODUÇÃO /PLANTA.Kg	MÉDIA GERAL kg
1650	PLANTAS EM CAMPO DE PINHÃO MANSO	3,90	6435,00
LUCRATIDADE DA PRODUÇÃO 1ha/ano			
		PREÇO/Kg	VALOR TOTAL
VALOR DE VENDA 1Kg SEMENTE PINHÃO		R\$ 0,90	R\$ 5.791,50
BALANÇO FINANCEIRO			
CUSTOS TOTAL		R\$	5.132,03
LUCRATIVIDADE DA PRODUÇÃO		R\$	5.791,50
VALOR CAIXA		R\$ 659,47	POSITIVO

Tabela 9 - Avaliação econômica do custo de instalação e produção de 1 hectare de Pinhão Manso irrigado sob manejo familiar, após o primeiro ano de cultivo.

CUSTOS FIXOS /1ha.ano					
QTD	MATERIAIS	VLR UNIT.	VLR TOTAL		
3300m	FITA GOTEJADORA 0,25mm	R\$ 0,20	R\$ 660,00	CP	
33	ADUBAÇÃO ORGÂNICA (ESTERCO BOVINO)	R\$ 3,00	R\$ 99,00		
			R\$ 759,00		
CUSTOS VARIÁVEIS /1ha.ano					
30	CONSUMO DE ENERGIA	R\$ 0,73	R\$ 262,80	CP	
1	DEFENSIVO ORGÂNICO (NEEM)	R\$ 35,00	R\$ 420,00		
			R\$ 682,80		
PRODUÇÃO 1ha/ano					
QTD	CULTURA	PRODUÇÃO /PLANTA.Kg	MÉDIA GERAL kg		
1650	PLANTAS EM CAMPO DE PINHÃO MANSO	3,90	6435,00		
LUCRATIVIDADE DA PRODUÇÃO 1ha/ano					
		PREÇO/Kg	VALOR TOTAL	PY	
VALOR DE VENDA 1Kg SEMENTE PINHÃO		R\$ 0,90	R\$ 5.791,50		
BALANÇO FINANCEIRO					
CUSTOS TOTAL		R\$	1.441,80		
LUCRATIVIDADE DA PRODUÇÃO		R\$	5.791,50	A	
VALOR CAIXA		R\$	4.349,70	POSITIVO	

5.6. Avaliação do aspecto social dos produtores rurais circunvizinhos ao experimento

5.6.1. Número de residentes e renda mensal

O número de residentes nas propriedades circunvizinhas ao experimento (Figura 17), variou de 1 a 2 pessoas em 40% das propriedades rurais, e mais de 5 pessoas em 60% delas; na faixa de 3 a 5 pessoas não foi constatada nenhuma propriedade. Observa-se, ainda, que em relação à renda familiar das residências rurais, 40% vivem com um ganho mensal entre 1 e 2 salários mínimos, 60% mantêm-se com uma média de R\$ 2.040,00 e com mais de cinco salários nenhuma propriedade foi descrita.

Ao calcular o número de residentes em relação à renda média mensal, sobre um salário mínimo por residência apresentado, obtemos uma renda média por habitante em torno de R\$ 20,00 hab/dia ou R\$ 600,00/mês.

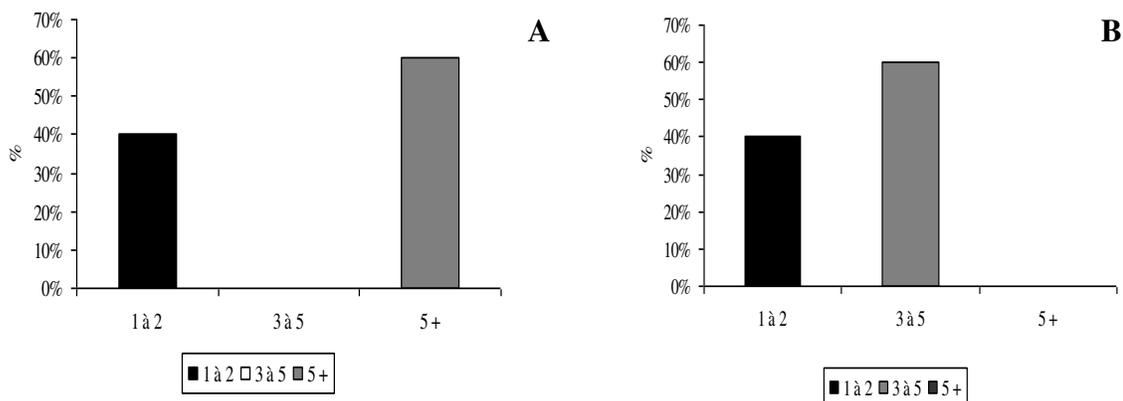


Figura 17 - Média do número de habitantes por residência rural (A); média salarial por residência rural (B) - Fazenda Barra - Santa Luzia - PB

5.6.2. Produção econômica, disponibilidade de água e irrigação

Observa-se (Figura 18), que 14% das propriedades se mantêm com o cultivo agrícola convencional de feijão, milho e o cultivo do fumo, este último, sob irrigação e orientação de empresas privadas, enquanto os demais são cultivados nos períodos úmidos. Em relação à pecuária, 28% trabalham com produção de leite e 29% à pecuária de corte. Na fruticultura, 29% investem no cultivo de mamões Hawaii e Formosa, sendo uma cultura em crescimento entre os estabelecimentos rurais da região do Seridó paraibano.

Em toda propriedade rural, a produção e produtividade estão condicionadas à presença de reserva hídrica, com presença de poço e cisterna em todas elas e açude em 40% dos estabelecimentos rurais (Figura 18). A maioria dos poços são construídos no leito do rio da Barra, tornando-o um fator essencial para o sucesso da atividade agrícola na região da Barra – Santa Luzia – PB. Ainda segundo os dados da Figura 18, 80% das propriedades rurais têm sistemas de irrigação, ausente em apenas 20% delas. A irrigação beneficia os produtores nas épocas de seca, possibilitando o cultivo de vegetais, para consumo próprio ou, até mesmo, como fonte principal de renda.

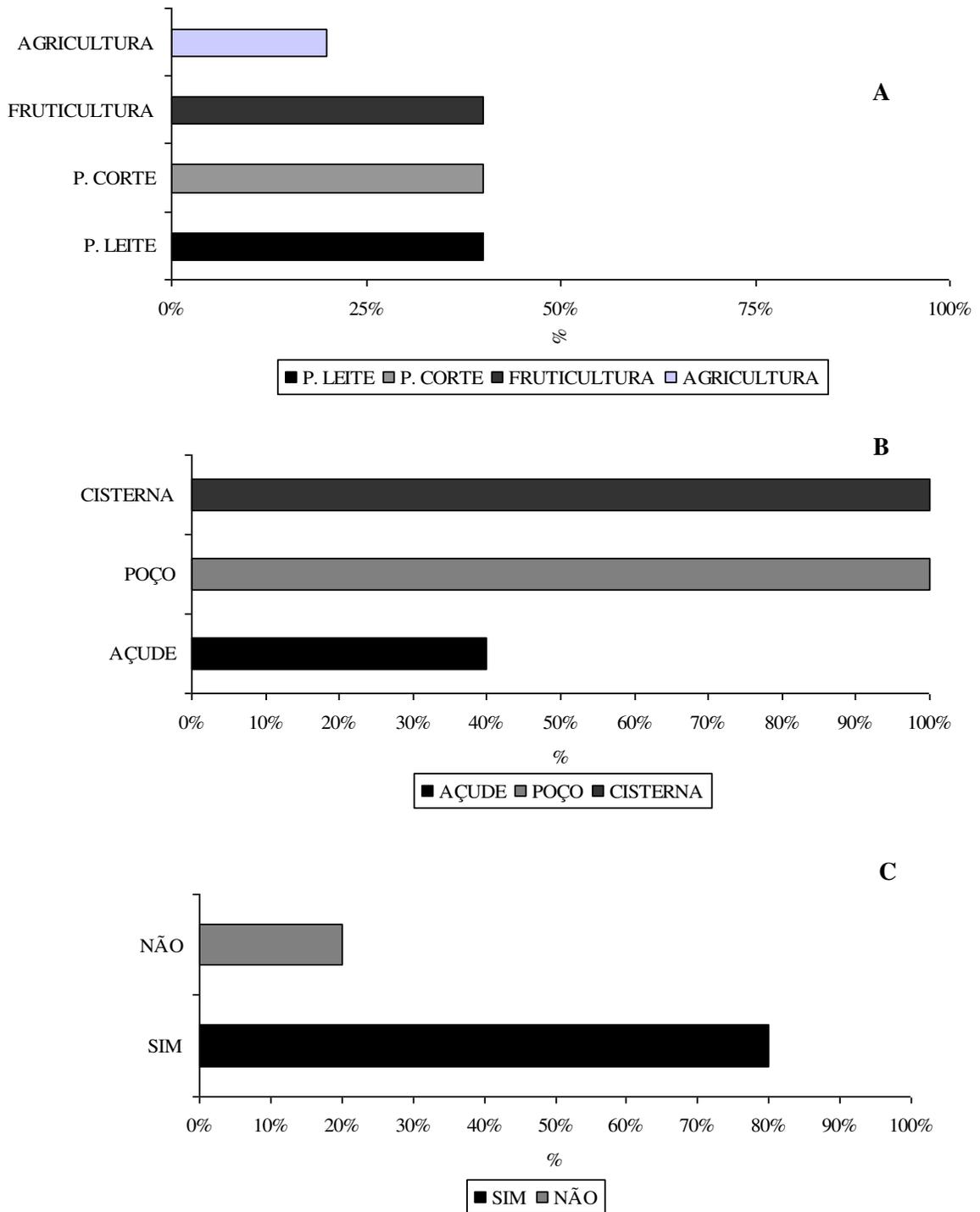


Figura 18 - Atividades predominantes para sustento econômico (A); Disposição hídrica (B); Propriedades com sistemas de irrigação (C) - Santa Luzia – PB.

5.6.3. Utilização de agrotóxico e período de aplicação

Em média, 60% dos agricultores utilizam agrotóxicos e 40% não aplicam nenhum tipo de defensivos em suas atividades; quando utilizam tais produtos químicos, 67% o fazem mensalmente, quase 40% aplicam semestralmente e nenhuma propriedade aplica em intervalos de tempo bimestral ou trimestral. De acordo com Faria *et al.* (2007) em seu trabalho de avaliação dos sistemas de monitoramento de venda e intoxicação de agrotóxicos, no Brasil, em 2003, as intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola ou doméstico agrupadas com os raticidas e produtos veterinários corresponderam a 17% do total das intoxicações. Os autores relatam, ainda, que enquanto ocorria aumento das vendas de agrotóxicos, de 1992 a 2000, foi constatado incremento, também, dos registros das intoxicações por agrotóxicos, na mesma proporção. Muitas das intoxicações eram ocasionadas por falta de orientação profissional e conhecimento sobre seus riscos na saúde humana e, também, o aumento dos fatores de riscos quando misturados a outros agrotóxicos, os conhecidos coquetéis.

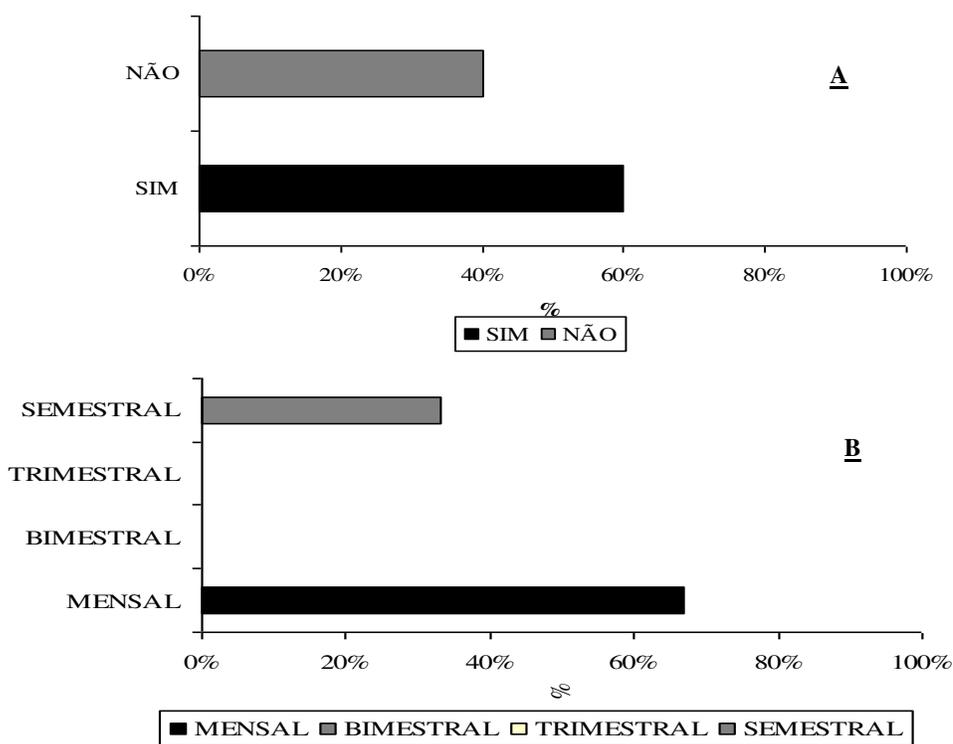


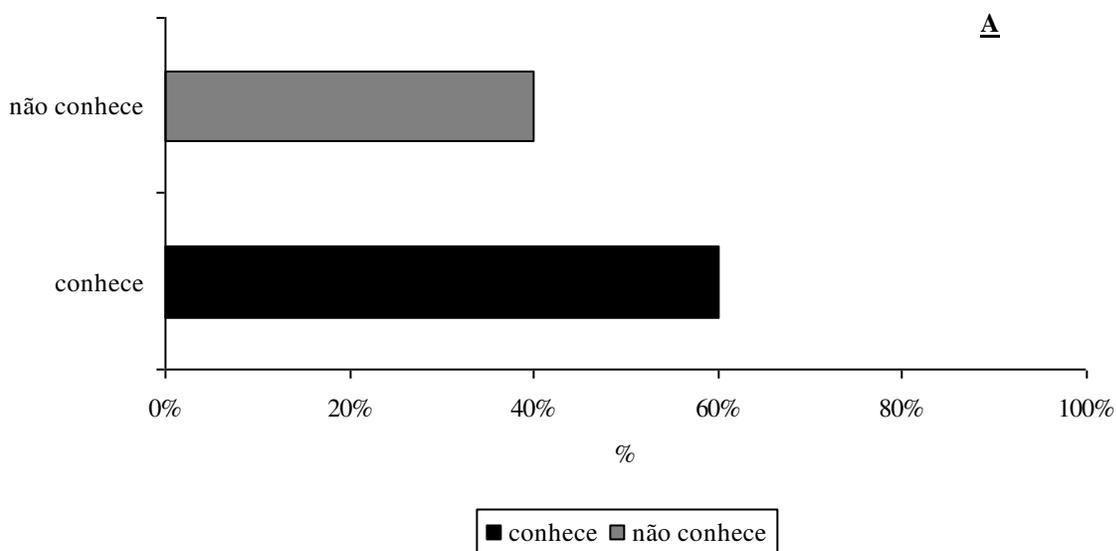
Figura 19 - Representação do número de propriedades que utilizam agrotóxicos (A); Período de aplicação de agrotóxicos (B) - Santa Luzia – PB

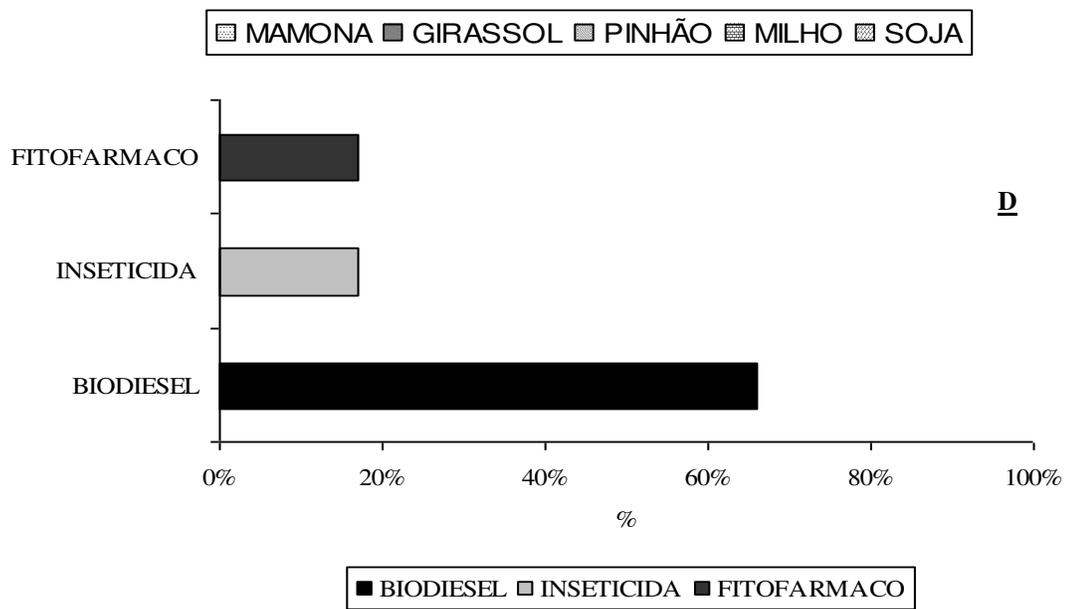
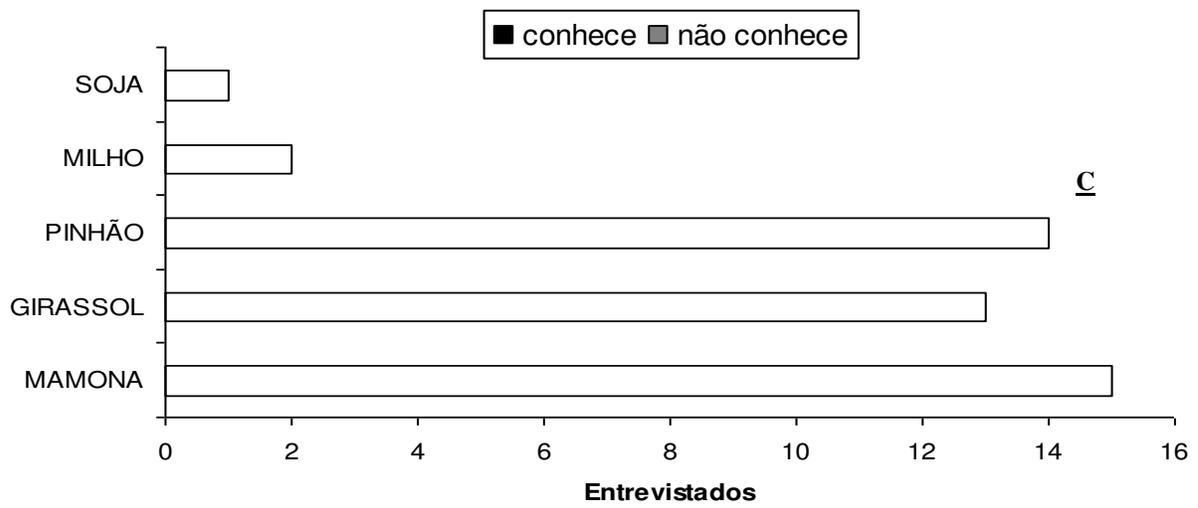
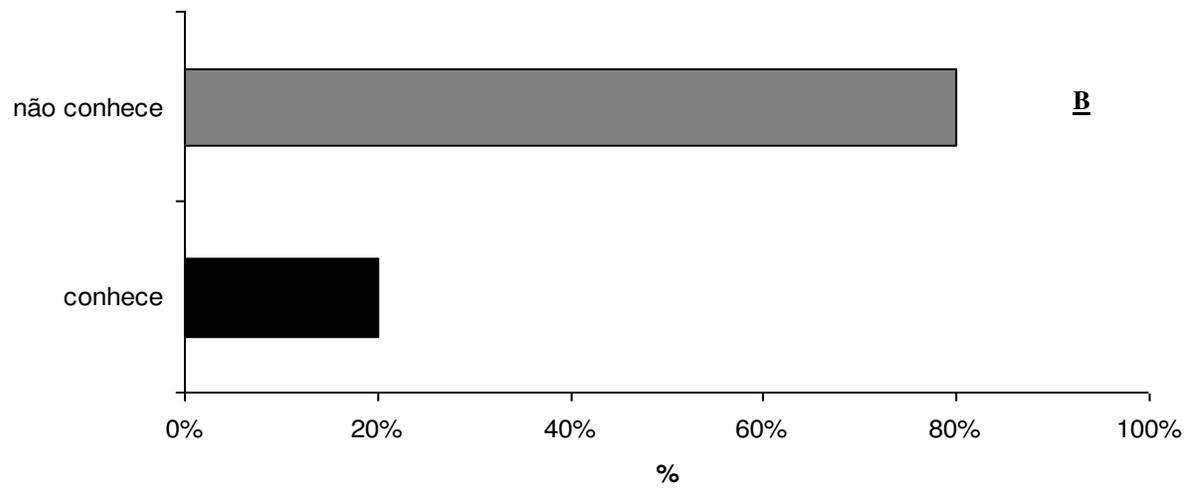
5.6.4. Conhecimento sobre biodiesel, programas e pesquisas

De acordo com a Figura 20, observa-se que 60% dos produtores rurais entrevistados conhecem o que é o biodiesel e 40% restante não têm esse conhecimento, enquanto 80% dos entrevistados desconhecem o programa do governo federal brasileiro, sobre produção de biodiesel e 20% possuem esse conhecimento.

Mamona, girassol, pinhão-manso, milho e a soja foram apresentados pelos produtores como culturas utilizadas como matéria prima para a produção de biodiesel, correspondendo a 33%, 20%, 27%, 13% e 7% das respostas, respectivamente. Quanto à utilidade do pinhão-manso, 66% o indicaram para produção de óleo, 17% como inseticida natural e outros 17% o indicaram ele como fitofármaco.

Quando perguntados se produziriam o pinhão manso em suas propriedades, 40% afirmaram que o produziram, desde que tivessem certeza do retorno financeiro e 60% disseram que não o produziria de forma alguma, pois ainda não é uma planta que possua atributos favoráveis para cultivo agrícola. Uma das principais dificuldades expressadas pelos entrevistados foi a falta de conhecimento sobre o vegetal e, também, a falta de incentivos para a agricultura familiar, faltando, também, abranger o conhecimento sobre o Projeto Biodiesel para produtores do semiárido, como a promoção de cursos que especializem e acompanhem a implantação dos cultivos sob manejo familiar.





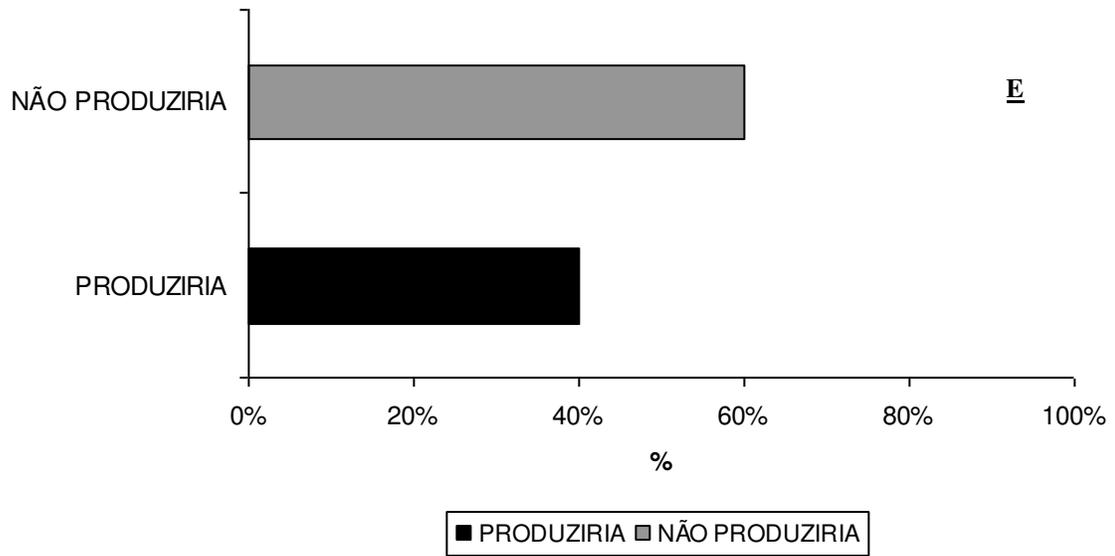


Figura 20 - Percentual de produtores que conhecem ou não o Biodiesel (A); Percentual de produtores que conhecem o projeto biodiesel do governo federal (B); Percentual de produtores que conhecem matérias primas para fabricação de Biodiesel (C); Produtores que conhecem alguma utilidade do Pinhão Manso (D); Representação de produtores que produziria ou não o Pinhão Manso como cultura agrícola (E) - Santa Luzia - PB

6. CONCLUSÕES

O Pinhão-manso é moderadamente sensível à salinidade, com maiores efeitos sobre a altura de planta e sobre as variáveis de produção.

A taxa de crescimento relativo em altura de planta (TCR/AP) é afetada, negativamente com o decorrer de tempo de irrigação com água salina.

Maior teor de sódio (Na) nas folhas ocorre na lâmina de reposição de 100% da evapotranspiração.

Aumenta o teor de N, P, K e Na em folhas de Pinhão-manso à medida que se aumenta a lâmina de irrigação com água salina.

Maior número de frutos bi e tricapsular é formado em plantas irrigadas com 25% e 50% da evapotranspiração.

Maior índice de sementes murchas ocorre em plantas irrigadas com 75% e 100% da ETo, afetando a produção em peso.

Maior abortamento de inflorescência ocorre com aplicação da lâmina de irrigação de 100% da ETo.

Melhor eficiência no uso de água é encontrada com a menor lâmina de irrigação (25% da Eto), produzindo a planta 4,6 g de sementes/planta a cada m³ de água aplicado.

O retorno econômico do cultivo de Pinhão-manso é afetado negativamente, com maior custo para a mão de obra, cerca de 60% do custo de produção, devido à heterogeneidade da maturação dos frutos.

A maioria dos agricultores da região não acredita no cultivo comercial do pinhão-manso e não se disporia a cultivá-lo.

No manejo de agricultura familiar, em que não se remunera a mão de obra, o retorno financeiro cobre os custos de instalação já no primeiro ano.

7. REFERÊNCIAS

- ADAM S. E. **Toxic effects of *Jatropha curcas* in mice.** Toxicology. 1974 Mar;2 (1):67–76.
- 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).
- AL-NAKSHABANDI, GA.; SAQQAR, M.M.; SHATANAWI, M.R.; FAYYAD, M.; AL-HORANI, H. **Some enviromental problems associated with the use of treated wasterwater for irrigation in Jordan.** Agricultural Water Management, v.34, p.81-94, 1997.
- ANDRADE, L.A.; REIS, M.G.F. & REIS, G.G. 1999a. **Classificação Ecológica do Estado da Paraíba. I.** Interpolação de Dados Climáticos por Aproximação Numérica. *Revista Árvore*, 23(1): 3-32.
- ANDRADE, L.A.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G. & SOUZA, A.L. 1999b. **Classificação ecológica do Estado da Paraíba 2.** Delimitação e caracterização de regiões ecológicas a partir de variáveis climáticas. *Revista Árvore*, 23(2): 139-149.
- ARAGÃO; C. A et al.. **AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MELÃO SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE SALINO.** *Caatinga (Mossoró,Brasil)*, v.22, n.2, p.161-169, abril/junho de 2009)www.ufersa.edu.br/Caatinga
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n. 1, p. 3-16, 2004.
- AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X..**Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. ex. maiden.** Rev. Árvore vol.31 no.4 Viçosa July/Aug. 2007.

- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L.C. **Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus cammunis L.*) e a importância de seu cultivo no Brasil**. Fibras e Óleos, Campina Grande, v.4, n.2, p 159-164, 2002.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, FUNEP, 2003. 41p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 1996. 596 p.)
- BOUWER, H.; CHANEY, R.L. **Land treatment of wastewater**. Advances in Agronomy, v.26, p.133-176, 1974.
- CRUZ, M. do C. M. et al. **Utilização de Água Residuária de Suinocultura na Produção de Mudanças de Maracujazeiro-Azedo Cv Redondo Amarelo**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p. 1107-1112, Dezembro 2008.
- DAMASCENO, João. Indicadores biológicos e sócio-econômicos no Núcleo de Desertificação do Seridó Ocidental da Paraíba./ João Damasceno. – Areia - PB: UFPB/CCA, 2008. 124f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2008.
- DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A. **Cultivo do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*): para produção de óleo combustível**. Viçosa – MG, 2007. 40p.
- DO ROSÁRIO, C. 2006. **Jatropha Curcas. Proposta para a Sustentabilidade do Cultivo em Moçambique**. Nova Delhi. 31pp
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. il. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- DRUMOND; M. A. *et al.*. **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga**. PROBIO, Petrolina, 2000.
- FABRICANTE, JR & ANDRADE, L.A. **Análise estrutural de um remanescente de Caatinga no Seridó Paraibano**. Oecol. Bras., 11 (3): 341-349, 2007. (acesso em 18.03.2011)

- FARIA, N. M. X. *et al.* **Intoxicação por agrotóxicos no Brasil:** os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. *Ciênc. saúde coletiva* vol.12 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar. 2007.
- FEIGIN, A.; BIELORAI, H.; DAG, Y.; KIPNIS,; GISKIN, M. **The nitrogen factor in the management of effluent-irrigated soil.** *Soil Science*, v.125, p.248-254, 1978.
- FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. *Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection.* Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.
- FERNANDES, G.F.R.; OLIVEIRA, R.A. Desempenho de processo anaeróbio em dois estágios (Reator compartimentado seguido de reator UASB) para tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.243-256, 2006.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia.** 2ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.
- FREITAS, W. S., OLIVEIRA, R. A., PINTO, F. A., CECON, P. R., GALVÃO, J. C. C. **Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem.** *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.13, n.2, p.95-102, 2005.
- FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta das culturas à irrigação.** Piracicaba: EDUSP, 1993. 42 p. (Série Didática, 006).
- GAGNAUX, P. C. **Entomofauna associada à cultura da Jatrofa (*Jatropha curcas L.*) em Moçambique.** Maputo, Universidade Eduardo Mondlane, 2009. 73p.
- GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; BATISTA, M.A.F. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos e sódicos.** Campina Grande,UFPB, 1997, 60p.
- IBGE (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). 2006. **Mapa de solos do Brasil:** <http://mapas.ibge.gov.br/website/solos/viewer.htm>. (acesso em 18/03/2011).

- LAW, J.P.Jr.; BERNARD, H. **Impact of agricultural pollutants on water uses.** Transactions of the ASAE, v.13, n.4, p.474-478, 1970.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop Salt Tolerance: current Assessment. **Irrig. Prain. Div.**, New York, v. 103, n.2, p.113-134, 1977.
- MACÊDO, Martha Helena Gama de. **Evolução dos preços de óleo de mamona.** (2004) Banco de dados. Disponível em : www.conab.gov.br. Acesso em 22 de outubro de 2010.
- MELO, J. C.; BRANDER Jr. W.; CAMPOS, R. J. A.; PACHECO, J. G. A.; SCHULER, A. R.P.; STRAGEVITCH, L. Avaliação Preliminar do Potencial do Pinhão Manso para a Produção de Biodiesel. In: **I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel**, Brasília, 2006.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga.** Universidade Federal de Pernambuco/Fundação de apoio ao desenvolvimento, Fundação Biosiversitas, EMBRAPA/Semi-Árido, MMA/SBF, Brasília - DF. 2002. 36p.
- MORAIS, D. L. B.; KAKIDA, J.; SILVA, V. A. **Reguladores de crescimento na cultura do pinhão-manso.** I Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão-manso, Brasília, 2009
- NERY , A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; NETO, J. D.; GHEYI, H. R.. **Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.13, n.5, Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG , p.551–558, 2009
- NETO, S. P. M.. **Elementos Nutrientes: Funções que exercem na planta.** www.agrosoft.org.br/agropag/27351.htm Publicação: 17/12/2007.
- NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; MARTINS, F; A.D.; PINHO, P.J. **Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40, n.5, p.517-521, 2005.

- NUNES, C.F. et al. **Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão manso.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.2, p.207-210, fev. 2009.
- ORON, G. Soil as complementary treatment component for simultaneous wastewater disposal and reuse. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 34, p. 243-252, 1996.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Saafey**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.
- 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, 1985. 171p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas.** São Paulo: Nobel, 1973. 284p.
- PENHA, M.N.C., SILVA, M.D.P., MENDONÇA, K.K.M.. - **Caracterização físico-química da semente e óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas*) cultivado no Maranhão.** Congresso de biodiesel, 2007.
- REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3. ed, São Paulo, Escrituras, 2006. 748p.
- RHOADES; J. **Uso de água salinas para produção agrícola.** Campina Grande: UFPB, 2000. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).
- SANTANA, M. J. de; SIVEIRA, A.L. da; VIEIRA, T. A.. **PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO IRRIGADO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁGUA SALINA.** Gl. Sci. Technol., v. 02, n. 02, p.45 - 54, mai/agos. 2009.)
- SANTANA, M. J. **Produção do pimentão (*Capsicum annuum L.*) em ambiente protegido, irrigado com diferentes lâminas de água salina.** 2004. 90f.

- SCHOLES, J.D. & HORTON, P. **Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: Simultaneous measurements.** In: HENDRY, G.A.F. & GRIME, J.P. (ed.). *Methods in comparative plant ecology.* London: Chapman & Hall, pp.130-135, 1993.
- SEDIYAMA, G. C. **Necessidade de água para os cultivos.** Brasília, ABEAS, 1987. 143p.
- SILVA, E. N. da *et al.* Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansô sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 02, p. 240-246, 2009.
- SILVA; M. B. R. **CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO PINHÃO MANSO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA EM FUNÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO.** 2009.
- SMITH, M. **Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements:** Rome: FAO, 1991, 54p.
- SMITH, M.; ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S. **Revised FAO methodology for crop water requirements.** In: CAMP, C.R; SADLER, E. J.; YODER, R. E. (Ed.) *Evapotranspiration and irrigation scheduling.* St. Joseph: ASAE, 1996, p.116-123.
- 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).
- STEWART, H.T.L.; HOPMANS, P.; FLINN, D.W. **IRCWD Report N Nutrient accumulation in trees and soil following irrigation with municipal effluent in Australia.** *Environmental pollution*, v.63, p.155-177, 1990.
- STIRPE. F; PESSION-BRIZZI, A; LORENZONI E, STROCCHI, P; MONTANARO, L and 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.* 1976 April 15; 156 (1): 1– 6.
- STRAUSS M. E BLUMENTHAL, U.J. **Human Waste Use In Agriculture and Aquaculture.** *Utilization Practices and Health Perspectives.* 08/89, 1989, 250 p.

- TEIXEIRA, João Paulo Feijão. **Teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha* spp.**. *Bragantia* [online]. 1987, vol.46, n.1, pp. 151-157. ISSN 0006-8705.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. **Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants.** *Annals of Botany*, v.91, p.503-527, 2003.
- TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E. K.; SOUSA, L. A. S.; RESENDE, P. L.; SILVA, N. D. **Cultivo do pinhão-manso para produção de biodiesel.** Viçosa-MG, Centro de Produções Técnicas - CPT, 2007. 220p.
- VALE, L. S. *et al.*. **Efeito da salinidade da água sobre o pinhão manso.** Biodiesel, 2006
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos. 2^a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTAS COM OS PRODUTORES RURAIS DE SANTA LUZIA – PB

ANEXO 1

PROPRIEDADE:	ÁREA(hc):
	RESERVA(hc):
Nº DE RESIDENTES:	<input type="checkbox"/> 1 -3 pessoas <input type="checkbox"/> 3 – 5 pessoas <input type="checkbox"/> 5- + pessoas
Renda Familiar:	<input type="checkbox"/> 1 – 2 salários <input type="checkbox"/> 2 – 5 salários <input type="checkbox"/> 5 - + salários
Atividade predominante:	<input type="checkbox"/> pecuária de leite <input type="checkbox"/> pecuária de corte <input type="checkbox"/> fruticultura <input type="checkbox"/> horticultura <input type="checkbox"/> outros:
<hr/> <hr/>	
Valoração do produto da atividade:	
Reservatório de água:	<input type="checkbox"/> açude <input type="checkbox"/> cisterna <input type="checkbox"/> poço <input type="checkbox"/> outros:
<hr/> <hr/>	
Sistema de esgoto:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Descrição	
<hr/> <hr/> <hr/>	
Destino do lixo:	<input type="checkbox"/> enterrado <input type="checkbox"/> queimado <input type="checkbox"/> coletado <input type="checkbox"/> outros
<hr/>	
Utiliza agrotóxicos:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Frequências:	<input type="checkbox"/> semanal <input type="checkbox"/> quinzenal <input type="checkbox"/> Mensal
Possui área irrigada:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Descrição do sistema:	
<hr/> <hr/>	

QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTAS COM OS PRODUTORES RURAIS DE SANTA LUZIA – PB

ANEXO 2

Conhece o Biodiesel? () sim () não
Conhece o programa de produção de biodiesel? () sim () não
Conhece algum produto utilizado para produção do biodiesel? () sim () não
Conhece Pinhão Manso? () sim () não
Conhece alguma utilidade do Pinhão manso: () sim () não Qual ou quais? _____ _____ _____
Produziria o Pinhão Manso: () sim () não Por que Sim/Não? _____ _____ _____