



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA
MAMONEIRA SOB ESTRESSE SALINO E DOSES DE
NITROGÊNIO**

GEOVANI SOARES DE LIMA

**POMBAL-PB
FEVEREIRO, 2012**

GEOVANI SOARES DE LIMA

**CRESCIMENTO E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA
MAMONEIRA SOB ESTRESSE SALINO E DOSES DE
NITROGÊNIO**

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Agronomia da Universidade Federal
de Campina Grande, como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre

Co-orientador: Prof. D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

POMBAL-PB
FEVEREIRO, 2012

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/UFCG**

L732c Lima, Geovani Soares de.

Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e doses de nitrogênio / Geovani Soares de Lima. – Pombal: UFCG, 2012.

54 f.

Orientador: Prof.º Dr. Reginaldo Gomes Nobre
Coorientador: Prof.º Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

Monografia (Graduação em Agronomia) – UFCG/CCTA /UAGRA.

1. Rinus Communis L. 2. Condutividade Elétrica. 3. Nutrição Mineral. II. Nobre, Reginal do Gomes. II. Brito, Marcos Eric Barbosa. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 633.5 (043)

GEOVANI SOARES DE LIMA

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA MAMONEIRA SOB ESTRESSE SALINO E DOSES DE NITROGÊNIO

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 27/02/2012

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Professor D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre
Universidade Federal de Campina Grande/CCTA/UAGRA

Co-orientador: Professor D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito
Universidade Federal de Campina Grande/CCTA/UAGRA

Examinador: Professor D.Sc. Anielson dos Santos Souza
Universidade Federal de Campina Grande/CCTA/UAGRA

Examinador: Janivan Fernandes Suassuna
Doutorando em Engenharia Agrícola/CTRN/UFCG

À minha esposa, Lauriane Soares
Aos meus pais, José Sarmento e Maria do Socorro
Aos meus irmãos, Givanildo e José Soares
À minha avó, Francisca Martins

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé e esperança conferida nos momentos difíceis, e por ter conduzido meus passos nessa caminhada árdua, porém gratificante.

Ao Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre, pelos ensinamentos, dedicação, amizade e pelo exemplo de profissionalismo e competência;

Ao Prof. D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito, pela co-orientação neste trabalho, amizade, apoio e ensinamentos recebidos;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento - CNPq, pela concessão do auxílio financeiro (Projeto Universal) e bolsa PIBIC;

À Embrapa Algodão, pelo fornecimento das sementes de mamona e análises de determinação do teor de óleo;

Aos examinadores, professor D.Sc. Anielson dos Santos Souza e M.Sc. Janivan Fernandes Suassuna, pela disponibilidade para avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões para confecção deste trabalho;

Aos professores da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, pelos conhecimentos transmitidos;

Aos funcionários dos Laboratórios, Joyce Emanuelli, Francisco e Roberta Chaiene, pela ajuda e amizade construída ao longo do curso;

Aos alunos voluntários, Alexsandro, Givanildo e Saulo, pela valiosa contribuição durante a realização deste trabalho;

Em especial, à minha esposa, Lauriane Soares, pelo companheirismo, infinita paciência e ajuda durante a realização dos trabalhos.

Meus sinceros agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, ofertaram sua parcela de contribuição ao longo não só do curso, mas também da vida. Muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Disposição dos lisímetros na área experimental (A) e a semeadura (B). Pombal, PB, 2012.....	24
Figura 2: Número de folhas (NF) de plantas de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 e 120 (DAS). Pombal, PB, 2012	30
Figura 3: Altura de planta (AP) de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 e 120 DAS (A) e das doses de adubação nitrogenada aos 35 DAS (B). Pombal, PB, 2012.....	31
Figura 4: Diâmetro de caule (DC) de planta de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 DAS (A) e em função da CEa e das doses de adubação nitrogenada aos 120 DAS (B). Pombal, PB, 2012	33
Figura 5: Área foliar (AF) de planta de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 e 120 dias após semeadura (A) e das doses de adubação nitrogenada aos 120 DAS (B). Pombal, PB, 2012.....	34
Figura 6: Comprimento do racemo primário (CRP) em função da condutividade elétrica da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada. Pombal, PB, 2012.....	36
Figura 7: Número de frutos no racemo primário (NFrutRP), em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de adubação nitrogenada (B). Pombal, PB, 2012.....	37

Figura 8: Massa de cem sementes do racemo primário (MCSR), em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Pombal, PB, 2012.....	39
Figura 9: Teor de óleo das sementes do racemo primário (TORP), em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de adubação nitrogenada (B). Pombal, PB, 2012.....	40

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Quadro 1: Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2012.	23
Tabela 1: Resumo da análise de variância para número de folhas (NF) e altura de planta (AP) aos 35 e 120 dias após a semeadura (DAS) da mamoneira, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2012.....	28
Tabela 2: Resumo da análise de variância para diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) aos 35 e 120 dias após a semeadura (DAS) da mamoneira, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2012.....	32
Tabela 3: Resumo da análise de variância para comprimento do racemo primário (CRP), número de frutos no racemo primário (NFrutRP), massa de sementes do racemo primário (MCSR) e teor de óleo de sementes do racemo primário (TORP) da mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2012.....	35

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1. A cultura da mamona	14
3.2. Escassez e fontes alternativas de recursos hídricos	15
3.2.1. Qualidade de água para irrigação.....	16
3.3. Efeito dos sais sobre as plantas e os atributos do solo.....	18
3.4. Efeito da salinidade sobre a nutrição mineral	19
3.5. Tolerância das plantas à salinidade	20
3.6. Adubação de cultivos	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Caracterização da área experimental	22
4.2. Tratamentos e delineamento experimental.....	22
4.3. Cultivar	22
4.4. Instalação e condução do experimento.....	23
4.5. Preparo das águas salinas e irrigação	25
4.6. Descrição das variáveis avaliadas	25
4.6.1. Variáveis de crescimento.....	25

	Pág.
4.6.1.1 Número de folhas (NF)	25
4.6.1.2. Altura de planta (AP)	25
4.6.1.3. Diâmetro de caule (DC).....	26
4.6.1.4. Área foliar (AF)	26
4.6.2. Componentes de produção.....	26
4.6.2.1. Comprimento do racemo primário (CRP)	26
4.6.2.2. Número de frutos no racemo primário (NFrutRP).....	26
4.6.2.3. Massa de cem sementes do racemo primário (MCSR).....	27
4.6.2.4. Teor de óleo das sementes do racemo primário (TORP)	27
4.7. Análise dos dados.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1. Número de folhas, altura de planta, diâmetro de caule e área foliar	28
5.2. Variáveis de produção: Comprimento, número de frutos, massa de cem sementes e teor de óleo das sementes do racemo primário.....	35
6. CONCLUSÕES.....	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LIMA, G. S. de. **Crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e doses de nitrogênio**. Pombal: UFCG, 2012. 54 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família Euphorbiaceae, que possui grande capacidade de adaptação a variadas condições climáticas, além da resistência ao déficit hídrico e possibilidade de cultivo em solos diversos. Neste sentido, objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação associada a doses de adubação nitrogenada, sobre o crescimento e os componentes de produção da mamoneira cv. BRS Energia, cultivada em lisímetros sob condições de campo. Os tratamentos consistiram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0.4; 1.4; 2.4; 3.4 e 4.4 dS m⁻¹) e cinco doses de nitrogênio (50; 75; 100; 125 e 150% da dose recomendada para ensaio em vaso). Adotou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, perfazendo o total de setenta e cinco unidades experimentais. A salinidade da água de irrigação promove redução no crescimento da mamoneira cv. BRS Energia, observado pelo decréscimo da altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas e área foliar. A massa de cem sementes, o teor de óleo e o número de frutos do racemo primário são afetados negativamente pela salinidade da água de irrigação maior que 0,4 dS m⁻¹, sendo o número de frutos a variável mais sensível. A salinidade da água de irrigação de até 1,37 dS m⁻¹ propicia teor de óleo das sementes de 47 % para a mamoneira cv. BRS energia. O aumento das doses de adubação nitrogenada reduziu o efeito da salinidade sobre a área foliar da mamoneira cv. BRS Energia. A mamoneira responde significativamente à interação entre os fatores salinidade da água e doses de nitrogênio para diâmetro de caule e comprimento do racemo primário.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L. Condutividade elétrica. Nutrição mineral.

LIMA, G. S. de. **Growth and production of the castor bean under saline stress and doses of nitrogen.** Pombal: UFCG, 2012. 54 f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande. Center of Sciences and Technology Agroalimentar. Pombal, PB.

ABSTRACT

The castor bean (*Ricinus communis* L.) is a plant of the Euphorbiaceae family, which has great adaptation capacity to varied climatic conditions, beyond of resistance to water deficit and possibility of cultivation in several soils. In this sense, aimed at with this research, to evaluate the effect of different salinity levels of irrigation water associated to dose of manuring nitrogen, on growth and components of production of castor bean cv. BRS Energia, cultivated in lysimeters under field conditions. The treatments consisted of the combination of five levels of electric conductivity of the irrigation water (0.4; 1.4; 2.4; 3.4 and 4.4 dS m⁻¹) and five doses of nitrogen (50; 75; 100; 125 and 150% of the dose recommended for pot experiment). A blocks randomized design was adopted in factorial 5 x 5, with three replications, totaling seventy five experimental units. Salinity of irrigation water reduce growth of castor bean cv. BRS Energia, observed by decrease of plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area. Mass of one hundred seeds, oil content and number of fruits of the primary raceme are affected negatively by salinity of irrigation water larger than 0.4 dS m⁻¹, being the number of fruits the most sensitive variable. Salinity of irrigation water up to 1.37 dS m⁻¹ provides content of seeds oil of 47% for castor bean cv. BRS Energia. The increase of doses of manuring nitrogen reduced the effect of the salinity on leaf area of castor bean cv. BRS Energia. Castor bean answers significantly to interaction between the factors water salinity and doses of nitrogen to stem diameter and length of the primary raceme.

Keywords - *Ricinus communis* L. Electrical conductivity . Mineral nutrition.

1. INTRODUÇÃO

Diante da preocupação atual com o efeito estufa, o aquecimento global e a escassez das reservas mundiais de combustível fóssil, os óleos vegetais têm sido largamente estudados e, neste sentido, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) tem se destacado como alternativa, visto ser uma oleaginosa cujo óleo extraído de suas sementes é matéria-prima para produção de biodiesel e de diversos produtos usados em outros segmentos industriais (RODRIGUES et al., 2009).

A mamoneira pertence à família Euphorbiaceae, sendo atualmente cultivada em diversos países do mundo, destacando-se a Índia, a China e o Brasil como os maiores produtores mundiais. Seu óleo é um dos melhores para a produção de biodiesel por suas características como maior densidade, solubilidade em álcool, e usos na química em mais de 700 produtos (BELTRÃO et al., 2003; MARINHO et al., 2010).

A elevada instabilidade climática e ocorrência de longos períodos sem chover no Nordeste brasileiro, tornam a prática da irrigação imprescindível para se garantir a produção agrícola com segurança; entretanto, à pressão antrópica sobre as fontes hídricas de boa qualidade e à crescente necessidade de expansão da produção agrícola, faz com que a utilização de fontes de água de qualidade inferior se torne uma realidade necessária. Conforme Deghanisanij et al. (2004) a escassez do estoque de água de boa qualidade para a irrigação e a concorrência de outros usuários, faz com que os agricultores tenham dificuldade para acessar este insumo e assim, procuram usar água de qualidade inferior, em geral salinas.

O uso de água e/ou solos com problemas de sais poderá limitar o crescimento e produção dos vegetais devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, podendo também ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais ou ambos, devido à acumulação excessiva de certos íons nos tecidos vegetais, especialmente cloro e sódio (FLOWERS, 2004), no entanto, a sensibilidade das plantas a salinidade varia entre espécies, cultivares da mesma espécie além de alguns fatores como o tipo e a concentração de sal, o tempo de

exposições, estágio fenológico, fatores edafoclimáticos, bem como da interação entre eles (ASHRAF e HARRIS, 2004).

Assim, o conhecimento do teor médio de sais tolerável pelas plantas na zona radicular, sem afetar significativamente seus rendimentos, pode viabilizar a utilização de águas com certo grau de salinidade, tão comuns no Nordeste brasileiro. Nesse sentido devem ser realizados estudos visando o desenvolvimento de tecnologias e obtenção de índices de tolerância das culturas à salinidade, propiciando o estabelecimento do grau de restrição das águas para irrigação (STEPPUHN, 2001).

Em outro aspecto, a nutrição mineral é um importante fator ambiental, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas, principalmente porque ele participa diretamente no metabolismo das plantas (MILLER e CRAMER, 2004). Flores et al. (2001) relatam que a fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas, pode também reduzir o efeito do estresse salino sobre plantas. Tal efeito pode ser atribuído às funções do N nas plantas, uma vez que desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais ao vegetal, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros.

Deste modo, a avaliação do efeito do estresse salino assim como, da adubação sobre a mamoneira tem sido objeto de estudo de vários autores tais como: Silva et al. (2008) a salinidade da água de irrigação promove efeito negativo sobre o crescimento, produção e consumo hídrico de cultivares de mamoneira BRS Energia e BRS Paraguaçu. Já Oliveira et al. (2009) constataram que a mamoneira cv. BRS Nordestina respondeu significativamente a fontes e doses de matéria orgânica. Entretanto, é evidente a necessidade de maiores informações sobre o efeito interativo da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada na mamoneira em condição de semiárido.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Estudar o comportamento da mamoneira, ao longo do ciclo, quando submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada e irrigada com água de diferentes níveis salinos.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar as variáveis de crescimento da mamoneira cv.BRS Energia, irrigada com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio;
- Analisar os componentes de produção da mamoneira, em função de diferentes salinidades da água de irrigação e doses de nitrogênio;
- Identificar a dose de adubação nitrogenada assim como, a interação da mesma com a salinidade da água de irrigação capaz de viabilizar o cultivo da mamoneira.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura da mamona

A mamoneira é um arbusto perene, heliófila, pertence à família Euphorbiaceae, que possui cerca de duzentos e noventa gêneros e aproximadamente sete mil e quinhentas espécies (ANGELY, 1970; JOLY, 1979; BARROSO, 1986). Trata-se de uma espécie de ampla distribuição geográfica ocorrendo de forma muito frequente no Brasil (BERTOZZO, 2009).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mamona, permanecendo atrás apenas da Índia e China. A produção brasileira na safra de 2010 a 2011 foi de 161,0 mil toneladas de grãos, com uma produtividade média de 826 kg ha⁻¹. O Nordeste brasileiro foi responsável por 147,2 mil toneladas de grãos com produtividade de 797 kg ha⁻¹ em uma área cultivada de aproximadamente 184,7 mil hectares. Neste período o estado da Bahia ocupou a primeira colocação com produção interna de 115,8 mil toneladas, com rendimento de 810 Kg ha⁻¹ em uma área de 143,0 mil hectares, enquanto o Ceará se destacou como o segundo estado de maior produção nacional com 24,1 mil toneladas e produtividade de 790 kg ha⁻¹ em uma área plantada de 30,5 mil hectares, destacando-se ainda como estados produtores na região, Pernambuco e Piauí (CONAB, 2010).

A mamona destaca-se por conter em suas sementes o único óleo da natureza solúvel em álcool, e o mais viscoso de todos os óleos; constitui-se, assim, em uma das melhores matérias-primas para a fabricação de biodiesel. A torta, produto da extração do óleo, rica em fibra (mais de 35%) e com cerca de 5% de nitrogênio, é um excelente fertilizante e condicionador do solo (AZEVEDO e LIMA, 2001). O óleo da mamona é tido como um dos mais versáteis da natureza, de utilidade só comparável à do petróleo, com a vantagem, de ser um produto renovável (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986), podendo se tornar o principal substituto do óleo diesel mineral, e uma das formas mais eficientes de diversificar a matriz energética, contribuindo para a conservação do ambiente, em razão da redução de emissão de gases que causam o efeito estufa (COSTA e HOESCHIL, 2006).

O uso do óleo da mamona para produção do biodiesel tem despertado interesse nacional. A implantação do Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel – PROBIODIESEL, administrado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e o de Combustível Verde, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, visa incentivar e aperfeiçoar a produção de um combustível que seja economicamente viável e apresente vantagens sociais e ambientais (CARNEIRO, 2003).

Com o fortalecimento do Programa Nacional do Biodiesel, estima-se que mais de 50 % de nossa energia deverá ser proveniente de fontes renováveis, em um futuro próximo. Uma dessas procedências energéticas é representada pelas oleaginosas (PEREIRA, 2007).

Nesse sentido, a busca mundial por sustentabilidade ambiental, com base na substituição progressiva dos combustíveis minerais derivados do petróleo, responsáveis diretos pelo efeito estufa, por combustíveis renováveis de origem vegetal, dentre eles o biodiesel do óleo da mamona, criou uma perspectiva real para a expansão do seu cultivo, em escala comercial no semiárido brasileiro, especialmente na agricultura familiar (BELTRÃO et al., 2005), assumindo um papel relevante para a economia desta região, seja como cultura alternativa de conhecida resistência à seca ou como fator fixador de mão-de-obra, gerador de emprego e matéria prima, valorizando potencialidades regionais e ao mesmo tempo que oferece soluções a problemas econômicos e sócio-ambientais (RAMOS et al., 2003).

3.2. Escassez e fontes alternativas de recursos hídricos

As fontes hídricas no mundo são abundantes, entretanto, mal distribuídas na superfície terrestre. Em alguns locais, a demanda é tão elevada em relação à oferta, que a disponibilidade de água superficial está sendo reduzida e os recursos subterrâneos estão esgotando rapidamente (SETTI et al., 2002). Esta demanda é a causa de conflitos que hoje ocorrem em grande parte das bacias hidrográfica, principalmente naquelas com desenvolvimento agrícola e uso urbano significativo (HESPANHOL, 2003).

Do total de água existente em nosso planeta, cerca de 97,5% são de água salgada e apenas 2,5% doce. Além disso, a maior parte da água doce (68,7%) está

armazenada nas regiões polares e 30,1% se encontram em reservatórios subterrâneos. A água de rios e lagos, mais acessíveis ao uso humano, correspondem a apenas 0,27% do volume total de água doce da terra (FIETZ, 2006).

Assim, a disponibilidade de água na natureza vem diminuindo em quantidade e qualidade, devido principalmente à urbanização, expansão agrícola, industrialização e degradação do meio ambiente. Segundo Rijsberman (2006) no século passado a população mundial triplicou, ao passo que o consumo de água aumentou em seis vezes. Estimativas da FAO alertam que até 2030 o consumo de água destinada à agricultura será 14 % maior que a atual, frente às necessidades de produção de alimentos, que deverá crescer cerca de 60%, face ao aumento da população que passará dos atuais 6 bilhões para 8 bilhões de habitantes assim, a agricultura irrigada tem enfrentado o desafio de sustentar a produtividade agrícola durante ciclos.

A região semiárida do Brasil é caracterizada por apresentar insuficiência hídrica e chuvas mal distribuídas, sendo a irrigação uma das alternativas para o aumento da produtividade das lavouras. Entretanto, esta técnica, quando mal empregada, tem gerado vários problemas ambientais, especialmente a salinização do solo que pode provocar diminuição acentuada do crescimento e da produtividade das culturas (SILVA e PRUSKI, 1997).

A escassez relativa de recursos hídricos nas regiões áridas e semiáridas envolvem aspectos quantitativos e qualitativos, sobretudo no que diz respeito à presença de sais nestes recursos, causando restrições de uso para o consumo humano, animal e irrigação (MEDEIROS et al., 2003). O uso destas águas está condicionado à tolerância das culturas à salinidade e às práticas de manejo da irrigação e adubação, que devem evitar impactos ambientais e consequentes prejuízos às culturas.

3.2.1. Qualidade de água para irrigação

A grande preocupação em relação à prática agrícola nas regiões áridas e semiárida é a qualidade de água utilizada na irrigação, devido ao fato de que todas

as águas contêm sais solúveis que podem afetar tanto a estrutura física do solo como a produtividade da cultura (MARÇAL, 2011).

Conforme Lima (1997) a qualidade da água refere-se à sua adequabilidade para determinado uso, isto é, se suas características físicas, químicas e biológicas se prestam às necessidades do usuário. Sob o ponto de vista da agricultura, entre as características mais importantes que qualificam uma água para uso em irrigação, destacam-se a concentração total de sais solúveis, a concentração relativa de sódio em relação ao cálcio e o magnésio e a presença de elementos traços (HOLANDA e AMORIM, 1997).

A má qualidade da água é um dos fatores que ocasionam efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afetam a produção, visto que a água é componente dos tecidos vegetais, chegando a constituir mais de 90 % de algumas plantas; portanto para a utilização de água de qualidade inferior na agricultura, deve-se praticar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura produza satisfatoriamente (MEDEIROS et al., 2007).

A qualidade da água de irrigação pode variar segundo o tipo e a quantidade de sais dissolvidos, que são encontrados em quantidades pequenas, porém muitas vezes significativas, tendo sua origem na intemperização das rochas e dos solos, pela dissolução lenta do calcário e de outros minerais, que são levados pelas águas de irrigação e se depositam no solo, acumulando à medida que a água evapora ou é consumida pelas culturas (RHOADES et al., 1992).

Os sais mais comuns na água e na solução do solo, são compostos por cátions de sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^+), magnésio (Mg^{2+}) e ânions de cloro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) e carbonato na forma de bicarbonato (HCO_3^-) (EL-SWAIFY, 2000).

A utilização das águas salinas para irrigação depende das condições de uso, incluindo-se culturas, clima, solos, métodos de irrigação e práticas de manejo, o que torna as classificações de água quanto à qualidade não aconselhada para avaliar a adequabilidade da água para irrigação (RHOADES et al., 2000).

3.3. Efeito dos sais sobre as plantas e os atributos do solo

A salinidade exerce efeitos complexos sobre as plantas (TAIZ e ZEIGER, 2006), como efeitos osmóticos ou influência sobre as relações hídricas; efeitos por toxicidade específica dos íons; efeitos por desequilíbrio nutricional e efeitos sobre o balanço de energia (PASTERNAK, 1987).

A concentração excessiva de sais na solução do solo diminui a energia livre da água, reduzindo sua absorção pelas plantas. O principal efeito dos sais é osmótico, já que o alto nível de sais no solo dificulta a absorção de água pelas plantas. As plantas apresentam uma membrana semipermeável que permite a passagem de água, mas evita a passagem de sais. Quanto mais salina a água, mais osmoticamente difícil é sua extração da solução do solo (BARROS, 2002).

A redução no potencial hídrico dos tecidos causada pelo excesso de sais provoca restrição no crescimento, uma vez que as taxas de alongação e de divisão celular dependem diretamente do processo de extensibilidade da parede celular, dessa forma, o balanço osmótico é essencial para o crescimento dos vegetais em meio salino, e qualquer falha neste balanço resultará em injúrias semelhantes aos da seca, como a perda de turgescência e a redução no crescimento, resultando em plantas atrofiadas, desidratadas e levando à morte das células, conseqüentemente (ASHRAF e HARRIS, 2004).

A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico ocasionando o problema de escassez de água na planta. O aumento da pressão osmótica provocado pela salinidade poderá atingir um nível em que as plantas não terão forças de sucção para superá-la e, conseqüentemente a planta não conseguirá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido. Dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver poderá até perder a água que se encontra no seu interior (MEDEIROS, 1992; PARIDA e DAS, 2005).

Os processos mais diretamente associados com a toxicidade iônica são a senescência e a morte celular programada, ambas induzidas por salinidade. Esses dois processos são complexos e interligados e são respostas comuns das plantas a estresses bióticos (SILVEIRA et al., 2010). Os efeitos causados pela toxicidade acontecem quando as plantas absorvem os sais do solo juntamente com a água,

permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Este excesso promove, então, desbalanceamento e danos na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta transpira, havendo nessas regiões acúmulo do sal translocado do solo para planta (DIAS et al., 2005).

As plantas em solos salinos têm crescimento desuniforme e folhas de coloração verde-azuladas, relativamente grossas, cerosas e, dependendo da concentração de sais existente no solo, apresentam regiões necrosadas (QUEIROZ et al., 1997). A redução no crescimento em resposta ao aumento da salinidade no meio de cultivo pode ser atribuída a um efeito direto dos íons Na^+ e Cl^- sobre processos fisiológicos importantes da planta (CRUZ, 2003). Solos que possuem problemas por acúmulo de sais e por excesso de sódio trocável apresentam condições inadequadas para a prática da agricultura devido aos efeitos vistos nas propriedades do solo, como exemplo, a estabilidade de agregados e infiltração da água (QADIR et al., 2005).

O acúmulo de sais solúveis, e especificamente de sódio, no solo, além de reduzir o potencial osmótico da solução do solo, produz alteração no pH, desbalanceamento nutricional e desestruturação de seus agregados. O efeito dos sais sobre a estrutura do solo ocorre basicamente pela interação eletroquímica existente entre os cátions de argila. A característica principal desse efeito é a expansão da argila quando úmida e a contração quando seca, devido ao excesso de sódio trocável. Se a expansão for exagerada, poderá ocorrer a fragmentação das partículas, causando a dispersão da argila e modificando a estrutura do solo (MEDEIROS et al., 2008).

3.4. Efeito da salinidade sobre a nutrição mineral

A salinidade interfere na nutrição mineral das plantas, podendo levar a deficiências de alguns nutrientes e também à toxidez por outros (SILVA JÚNIOR, 2007). A alta concentração salina do meio dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas devido ao baixo potencial total da solução do solo e da competição química entre nutrientes e sais (YEO e FLOWERS, 1989).

O grau com que cada um dos componentes do estresse salino influencia a nutrição mineral das plantas é dependente de muitos fatores, dentre eles a cultivar, a

intensidade e duração do estresse salino, o teor de água no solo e o estágio de desenvolvimento da planta (CRAMER et al., 1994).

Kafkafi (1984) relata que entre os diversos efeitos da salinidade sobre as plantas, existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta. Por outro lado, nitrogênio amoniacal reduz os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} na planta, diminuindo a permeabilidade seletiva da membrana radicular, provocando aumento na absorção de cloreto, quando o mesmo encontra-se em concentração elevada no meio. Segundo Fageria (1989), o mais importante mecanismo para regular o estresse osmótico, talvez seja a absorção seletiva de íons, pois plantas tolerantes possuem a capacidade de retirar nutrientes da solução salina, onde a concentração de íons não essenciais (tóxicos) é maior.

3.5. Tolerância das plantas à salinidade

A tolerância de plantas à salinidade é a capacidade de se desenvolverem e completarem seu ciclo de vida sobre um substrato que contém elevada concentração de sais solúveis (GREENWAY e MUNNS, 1980).

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

Segundo Fageria e Gheyi (1997), as plantas tolerantes à salinidade devem ser capazes de ajustar o seu potencial osmótico, o que envolve tanto a absorção e a acumulação de íons como a síntese de solutos orgânicos. Maas (1986) considera que a tolerância pode ser analisada a partir de pontos de vista: (1) pela aptidão de sobrevivência em solos salinos; (2) pelo crescimento ou produção absoluta em solos

salinos e (3) através do crescimento ou produção num solo salino relativo a um solo não salino.

3.6. Adubação de cultivos

A adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumento da produtividade e da rentabilidade das culturas e o nitrogênio é um dos principais macronutrientes responsáveis por esse aumento (CHAVES et al., 2011). Na sua ausência, há o bloqueio da síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e redução da produção econômica das sementes (MENGEL e KIRKBY, 1982).

Conforme Flores et al. (2002), esta alta dependência ocorre devido às funções do 'N' no metabolismo das plantas, participando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas. O N tem como principal fonte o nitrato, sendo esta mais abundante do que o amônio (NH_4^+) em torno das raízes. Entretanto, a solução do solo frequentemente apresenta baixas concentrações de NO_3^- , o que limita o crescimento da planta.

O balanço do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera é dado entre ganhos e perdas no sistema; os ganhos são provenientes das adubações nitrogenadas, mineralização da matéria orgânica, fixação biológica e chuvas; as perdas são ocasionadas por extração pelas culturas, volatilização, desnitrificação, lixiviação, erosão e imobilização biológica (MALAVOLTA et al., 1997).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida em lisímetros sob condições de campo, entre os meses de outubro de 2010 e fevereiro de 2011, em área experimental pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), Pombal, PB, cujas coordenadas geográficas locais são 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W e altitude média de 144 m. Conforme a classificação de Koppen (1948), o clima predominante na região é do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente e seco, com precipitação média de 750 mm e evaporação média anual de 2000 mm.

4.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: salinidade da água de irrigação (CEa) em cinco níveis (S1 - 0,4; S2 - 1,4; S3 - 2,4; S4 - 3,4 e S5 - 4,4 dS m⁻¹) e cinco doses de adubação nitrogenada (N1 - 50; N2 - 75; N3 - 100; N4 - 125 e N5 - 150% da indicação de adubação nitrogenada (100 mg kg⁻¹) para ensaios em vaso, conforme Novais et al. (1991) correspondendo a 4,44 g de uréia e 16,67 g de fosfato monoamônio por vaso). Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, perfazendo o total de setenta e cinco unidades experimentais.

4.3. Cultivar

Testou-se a cultivar de mamoneira 'BRS Energia', que, conforme informações da Embrapa Algodão (2012) possui ciclo de 120 a 150 dias, caule e folhas de coloração verde, frutos semi-indeiscentes, apresenta cacho com tamanho médio de 80 cm, possui teor de óleo nas sementes em média de 48 % e produtividade média de 1.800 kg ha⁻¹.

4.4. Instalação e condução do experimento

Utilizaram-se, neste estudo, lisímetros de drenagem com 100 L de capacidade volumétrica, os quais foram distribuídos em fileiras simples espaçadas de 0,9 m e 0,7 m entre plantas dentro da fileira (Figura 1A), preenchidos com 2,0 kg de brita (nº zero) a qual cobria a base do lisímetro, seguida de 107,8 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico, devidamente destorroado e proveniente do Município de Pombal, PB, cujas características físico-químicas são apresentadas no Quadro 1, tais características foram determinadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CCTA/UFPG, segundo metodologia proposta pela Embrapa (1997). Na parte inferior de cada lisímetro foram feitos dois furos por vaso para permitir a drenagem e, abaixo dos mesmos, um microtubo (1 cm de diâmetro) conectando sua base a uma garrafa plástica (2 L de capacidade) para acompanhamento do volume drenado e consumo de água pela cultura. O material de solo após ser acondicionado nos lisímetros foi colocado em capacidade de campo, usando as distintas águas conforme tratamentos.

Quadro 1: Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento. Pombal, 2012.

Característica	Valor
Classificação textural	Areia Franca
Densidade aparente – kg dm ⁻³	1,31
Porosidade - m ³	48,22
Complexo sortivo (cmol_c kg⁻¹)	
Cálcio (Ca ²⁺)	7,50
Magnésio (Mg ²⁺)	5,15
Sódio (Na ⁺)	0,29
Potássio (K ⁺)	0,29
Extrato de saturação	
pH _{PS}	7,33
CE _{es} – dS m ⁻¹	0,53
Cloro (Cl ⁻) (mmol _c L ⁻¹)	3,75
Carbonato (CO ₃ ²⁻) (mmol _c L ⁻¹)	0,00
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) (mmol _c L ⁻¹)	2,00
Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mmol _c L ⁻¹)	0,89
Cálcio (Ca ²⁺) (mmol _c L ⁻¹)	1,87
Magnésio (Mg ²⁺) (mmol _c L ⁻¹)	1,25
Sódio (Na ⁺) (mmol _c L ⁻¹)	2,51
Potássio (K ⁺) (mmol _c L ⁻¹)	0,49

Realizou-se adubação básica aplicando-se 162,5 g de superfosfato simples, 12 g de sulfato de potássio e 2.200 g (equivalente a 2%) de vermicomposto por vaso visando melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de forma a aumentar a capacidade de retenção e infiltração de água no solo. Para o fator adubação nitrogenada, 1/3 foi aplicado em fundação e os 2/3 foi parcelado em 5 vezes, sendo aplicado em intervalos de 11 dias a partir de 24 dias após o semeio (DAS).

Em 28 de outubro de 2010 foi realizada a semeadura, colocando-se dez sementes por lisímetro a uma profundidade de 0,02 m distribuídas de forma equidistante (Figura 1B). A emergência das plântulas teve início no sexto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia, sendo realizado aos 14 DAS o primeiro desbaste, deixando-se 4 plântulas por parcela, as que apresentavam melhor vigor. Aos 21, 35 e 46 DAS foram realizados novos desbastes onde se eliminou em cada um, uma planta por vaso, respectivamente.

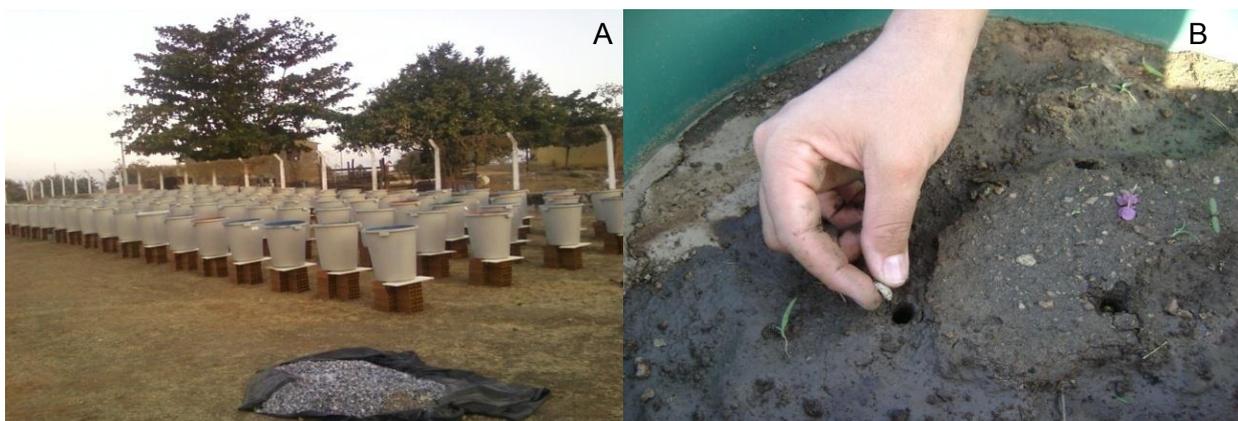


Figura 1: Disposição dos lisímetros na área experimental (A) e a semeadura (B). Pombal, PB, 2012.

Os tratos culturais realizados durante a condução resumiram-se na eliminação manual de plantas daninhas, tutoramento das plantas, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e, visando o manejo preventivo de pragas e doenças, foram realizadas pulverizações com produtos comerciais recomendados.

Foram realizadas duas adubações foliares a partir do início da emissão das flores, estágio R₉ (MOSHKIN, 1986), aos 29 e 37 DAS, com Albatroz (N - 10%, P₂O₅ - 52%, K₂O - 10%, Ca²⁺ - 0,1%, Zn - 0,02%, B - 0,02%, Fe - 0,15%, Mn - 0,1%, Cu - 0,02% e Mo - 0,005%) na proporção de 1 g do adubo para 1 L de água, aplicando-se 5 L, distribuídos nas plantas, com uso de um pulverizador costal.

4.5. Preparo das águas salinas e irrigação

Os diferentes níveis de salinidade da água foram obtidos pela adição de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), cuja quantidade (Q) foi determinada pela equação 1: $Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = \text{CEa} \times 640$, conforme Rhoades et al. (2000), em que CEa (dS m^{-1}) representa o valor desejado da condutividade elétrica da água.

As plantas foram irrigadas diariamente ao final de cada tarde (17 h) com auxílio de um vaso graduado, conforme tratamentos e com volume de água de 700 mL por vaso até o sexto dia após o semeio e, posteriormente, aplicou-se um volume com base no balanço de água na zona radicular e considerando uma fração de lixiviação de 10%.

4.6. Descrição das variáveis avaliadas

Para análise do efeito dos tratamentos sobre as variáveis de crescimento e os componentes de produção avaliaram-se aos 35 e 120 DAS, às seguintes características:

4.6.1. Variáveis de crescimento

4.6.1.1. Número de folhas

Na contagem das folhas, foram consideradas as que estavam totalmente expandidas, com comprimento mínimo de 3 cm e que apresentavam no mínimo 50 % de sua área fotossinteticamente ativa, determinada visualmente.

4.6.1.2. Altura de planta

A altura de planta foi mensurada em cm, adotando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do racemo primário, com o auxílio de uma régua graduada.

4.6.1.3. Diâmetro de caule

A avaliação do diâmetro caulinar foi realizada com um paquímetro digital, verificando-se o diâmetro a 5 cm do colo da planta, medido em mm.

4.6.1.4. Área foliar

Para estimativa da área foliar da planta, foram tomadas medidas do comprimento da nervura principal de cada folha (cm), considerando apenas as folhas com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm. A área foliar foi obtida de acordo com a metodologia de Wendt (1967) conforme equação 2: $\log [(y) = \sum \{-0,346\} + [2,152 \times \log(x)]]$, onde 'y' é a área foliar em cm² e 'x' é a medida do comprimento da nervura principal da folha em cm.

4.6.2. Componentes de produção

4.6.2.1. Comprimento do racemo primário

O comprimento de racemo (cm) foi avaliado no momento da colheita, e esta medida foi determinada a partir do espaço existente entre a inserção dos frutos na base, e o ápice do racemo da mamoneira.

4.6.2.2. Número de frutos no racemo primário

A colheita do racemo primário foi realizada manualmente e teve início aos 72 DAS, momento em que a planta se encontrava no estágio fenológico R12 (MOSHKIN, 1986), ou seja, quando aproximadamente 90 % dos frutos do racemo estavam secos, sendo o processo de secagem completado com a exposição dos mesmos ao sol. Na sequência, realizou-se a contagem do número de frutos contidos no racemo.

4.6.2.3. Massa de cem sementes do racemo primário

Após a completa maturação dos frutos, realizou-se manualmente a debulha e aferiu-se a massa de cem sementes (g) com auxílio de uma balança de precisão de 0,01g.

4.6.2.4. Teor de óleo das sementes do racemo primário

O teor de óleo nas sementes foi mensurado em percentagem, após a secagem e beneficiamento, com umidade corrigida para 10%, usando um espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) Oxford-4000 e sendo esta avaliação realizada no laboratório multidisciplinar da Embrapa Algodão em Campina Grande – PB.

4.7. Análise dos dados

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' até o nível de 5% de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear, quadrática e cúbica utilizando do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Número de folhas, altura de planta, diâmetro de caule e área foliar

Verifica-se com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2) haver efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$) sobre as variáveis número de folhas e altura de plantas em ambas as épocas de avaliação. Em relação ao fator doses de adubação nitrogenada assim como para interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) constatou-se não haver efeito significativo para nenhuma característica avaliada, denotando comportamento semelhante das doses de N dentro da salinidade da água. Todavia, o fator adubação nitrogenada promoveu efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a altura de plantas aos 35 DAS. Oliveira et al. (2006) estudando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e teores de esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira observaram não haver interação entre os fatores sobre o número de folhas, diâmetro do caule, altura de planta e área foliar.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para número de folhas (NF) e altura de planta (AP) aos 35 e 120 dias após a semeadura (DAS) da mamoneira, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		NF		AP (cm)	
		35 DAS	120 DAS ¹	35 DAS	120 DAS
Níveis salino (S)	4	16,03 ^{**}	12,21 ^{**}	312,21 ^{**}	815,35 ^{**}
Reg. Linear	1	59,80 ^{**}	41,62 ^{**}	1081,16 ^{**}	3010,32 ^{**}
Reg. Quadrática	1	0,02 ^{ns}	2,84 ^{ns}	98,46 [*]	39,04 ^{ns}
Reg. Cúbica	1	0,27 ^{ns}	2,87 ^{ns}	28,52 ^{ns}	1,59 ^{ns}
Doses nitrogênio (N)	4	2,58 ^{ns}	3,21 ^{ns}	67,07 [*]	43,63 ^{ns}
Reg. Linear	1	1,04 ^{ns}	4,67 ^{ns}	18,72 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	1,81 ^{ns}	1,97 ^{ns}	98,46 ^{**}	31,24 ^{ns}
Reg. Cúbica	1	0,04 ^{ns}	0,44 ^{ns}	28,52 ^{ns}	32,20 ^{ns}
Interação (S x N)	15	3,05 ^{ns}	1,91 ^{ns}	11,50 ^{ns}	16,83 ^{ns}
Bloco	2	4,09 ^{ns}	2,58 ^{ns}	235,06 ^{**}	77,61 ^{ns}
CV (%)		16,64	29,22	10,03	8,44

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

A salinidade crescente da água de irrigação proporcionou decréscimo linear no número de folhas (Figura 2), com decréscimos na média do NF de 5,40 e 13,98 % por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 21,60 % (2,55) e 55,94 % (19,52) aos 35 e 120 DAS respectivamente no NF na primeira e segunda avaliação, quando se comparam os dados das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação as submetidas a 0,4 dS m⁻¹. Segundo Oliveira et al. (2010), em condições de estresse salino, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem na redução da transpiração como alternativa para manter a baixa absorção de água salina; e dentre essas adaptações, está a redução do número de folhas.

Silva et al. (2008) estudando salinidade em genótipos de mamoneira verificaram aos 80 DAS redução linear no número de folhas da cv. BRS Energia, com decréscimos na ordem de 7,5 % por incremento unitário da salinidade da água de irrigação e aos 100 DAS as plantas submetidas a CEa de 6,7 dS m⁻¹ tiveram redução no NF de 72,1 % em comparação as irrigadas com água de 0,7 dS m⁻¹. Cavalcanti et al. (2005) estudando a influência da salinidade na germinação e no crescimento da mamoneira BRS Nordestina, verificaram que, a partir do nível de salinidade de 1,78 dS m⁻¹, o número de folhas reduz, linearmente, na ordem de 2,95 % por incremento unitário da CEa.

Pode-se observar (Tabela 1) que o fator adubação nitrogenada não promoveu efeito significativo sobre o número de folhas em nenhuma época de avaliação. Verificou-se que as plantas sob diferentes doses de N produziram em média 25 folhas aos 120 DAS, resultado este superior aos encontrados por Oliveira Filho et al. (2010) com a mesma cultivar, no entanto, em condição de campo, com plantas adubadas com 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 70 kg ha⁻¹ de N apresentaram em média 22,9 folhas e as plantas não adubadas produziram uma média de 19,5 folhas. Nobre et al. (2010) analisando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada no crescimento e floração do girassol também constataram não haver efeito significativo das doses de N sobre o número de folhas da cultura no período de 26 e 50 dias após o semeio.

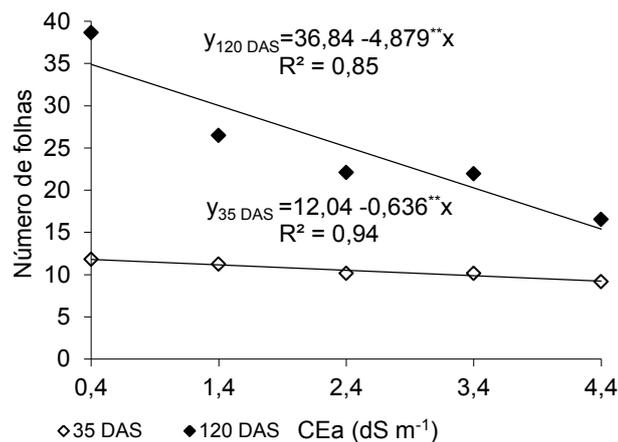


Figura 2 – Número de folhas de planta de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 e 120 (DAS). Pombal, PB, 2012.

De acordo com os estudos de regressão para altura de plantas (Figura 3A) o efeito foi linear e decrescente nas duas épocas de avaliação, com redução da AP de 5,16 e 6,15 % por aumento unitário da CEa, ou seja, decréscimo de 20,65 e 24,60 % respectivamente aos 35 e 120 DAS nas plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação a testemunha (0,4 dS m⁻¹).

O efeito osmótico tem sido a causa maior da redução do crescimento das plantas, associado à toxidez de íons devido à absorção excessiva de sódio e cloro e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes (YAHYA, 1998). Segundo Flowers (2004) as plantas sob estresse salino tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, e contribuindo para redução do crescimento das espécies sob tal estresse.

Corroborando com o presente estudo, Cavalcanti et al. (2005) estudando o comportamento da mamoneira irrigada com águas de condutividade elétrica variando entre 0,7 e 4,7 dS m⁻¹, observaram redução da altura de planta de 5,85 % por aumento unitário da CEa para a cultivar BRS Nordestina. Severino et al. (2006) trabalhando com outra oleaginosa, o pinhão manso, em condição de ambiente protegido sobre diferentes níveis de CEa (0,6 a 4,2 dS m⁻¹) encontraram aos 30 DAS redução da AP de 7,85 % por aumento unitário da CEa.

Analisando-se o fator dose de nitrogênio sobre a variável AP, constata-se que o modelo de regressão cujo os dados se ajustaram melhor foi o quadrático (Figura 3B) onde nota-se resposta positiva no fornecimento da adubação

nitrogenada até a dose 102 %, obtendo nesta, a máxima altura das plantas (48,7 cm), em seguida ocorreu redução da AP. Constata-se ainda na Figura 3B que níveis de adubação variando entre 73 a 116 % proporcionaram alturas de planta superior a 48 cm, ou seja, valores esses, próximo a maior AP encontrada. Conforme Oliveira et al. (2009), elevados teores de esterco, ou seja, adubo fonte de nitrogênio, podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, redução no crescimento, desenvolvimento e produção da cultura. Rodrigues et al. (2010) estudando os efeitos da adubação nitrogenada na produção de mudas de mamoneira, verificaram também que doses elevadas de N (0; 150; 300; 450 mg de N kg⁻¹ de substrato) proporcionaram menor altura de plantas.

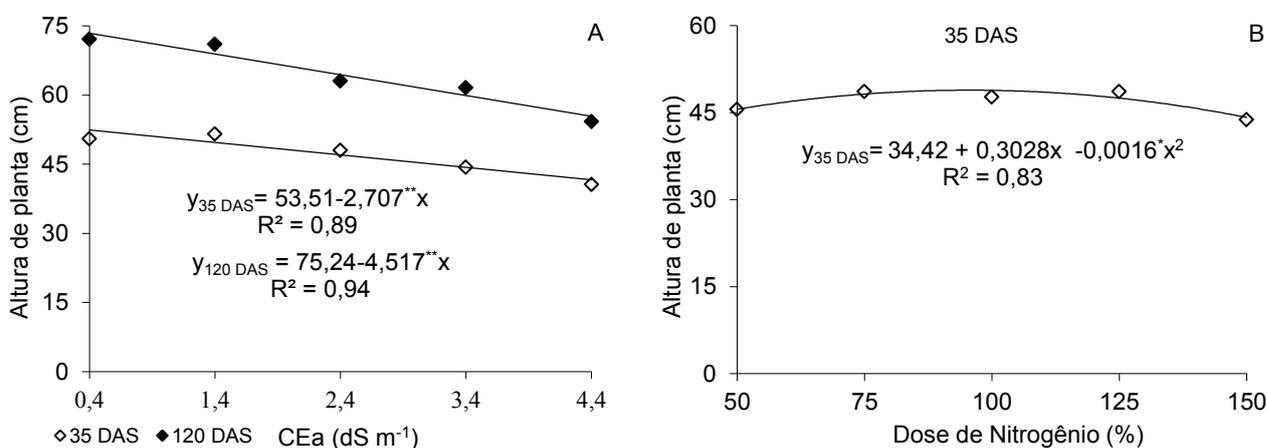


Figura 3 - Altura de planta de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 e 120 DAS (A) e das doses de adubação nitrogenada aos 35 DAS (B). Pombal, PB, 2012.

Conforme análise de variância (Tabela 2) vê-se a ocorrência de efeito significativo ($p < 0,01$) dos níveis salinos da água de irrigação sobre o diâmetro do caule e área foliar aos 35 e 120 DAS. No tocante ao fator doses de adubação nitrogenada, verifica-se efeito significativo sobre as variáveis DC e AF aos 120 DAS. Contudo, constata-se haver efeito significativo ($p < 0,05$) na interação entre os fatores (S x N) para a variável DC aos 120 DAS.

O diâmetro do caule reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação e conforme equação de regressão (Figura 4A) o modelo linear indica decréscimo de 3,92 % no DC por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 15,67 % no diâmetro do caule das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em

relação as submetidas a 0,4 dS m⁻¹. Segundo Rhoades et al. (2000) o excesso de sais na zona radicular das plantas exerce efeitos nocivos no crescimento, devido ao efeito osmótico externo à raiz e restrição ao fluxo de água do solo para as plantas, necessário para sobreviverem e produzirem em condições de estresse salino. Silva et al. (2008) conduzindo experimento em ambiente protegido com cultivares de mamona também verificaram efeito linear e decrescente da CEa sobre o DC, constatando redução de 9,1 e 9,8% por incremento unitário da CEa respectivamente aos 80 e 100 DAS. Nery et al. (2009), estudando os efeitos de salinidade em pinhão-manso em casa de vegetação, verificaram redução no DC de 7,35%, por aumento unitário da CEa.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) aos 35 e 120 dias após a semeadura (DAS) da mamoneira, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		DC (mm)		AF (cm ²)	
		35 DAS	120 DAS ¹	35 DAS	120 DAS ¹
Níveis salino (S)	4	12,58**	106,58**	58,82**	8,007**
Reg. Linear	1	46,64**	403,66**	206,14**	25,59**
Reg. Quadrática	1	0,62 ^{ns}	5,57 ^{ns}	14,06 ^{ns}	0,71 ^{ns}
Reg. Cúbica	1	0,75 ^{ns}	6,31 ^{ns}	5,37 ^{ns}	5,22*
Doses nitrogênio (N)	4	1,06 ^{ns}	10,41*	4,16 ^{ns}	4,14*
Reg. Linear	1	0,39 ^{ns}	37,82**	4,98 ^{ns}	8,80*
Reg. Quadrática	1	2,52 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,19 ^{ns}	5,28*
Reg. Cúbica	1	0,67 ^{ns}	1,30 ^{ns}	2,81 ^{ns}	1,53 ^{ns}
Interação (S x N)	15	1,14 ^{ns}	6,19*	7,07 ^{ns}	0,67 ^{ns}
Bloco	2	5,52 ^{ns}	0,85 ^{ns}	16,08 ^{ns}	0,43 ^{ns}
CV (%)		7,12	8,34	13,09	18,02

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a p<0,01 e p<0,05; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

Conforme verificado aos 120 DAS (Tabela 2), efeito significativo para interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio sobre o diâmetro do caule e segundo as equações de regressão (Figura 4B), observa-se resposta linear e decrescente no DC das plantas adubadas com 50, 75, 100, 125 e 150 % de N na ordem de 4,15; 4,25; 8,70; 7,85 e 8,91 % respectivamente, por aumento unitário da CEa ou seja, redução de 3,6; 3,8; 8,6; 8,1 e 9,5 mm no DC das plantas irrigadas com CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação as sob

CEa de 0,4 dS m⁻¹. Analisando isoladamente as plantas submetidas às distintas doses de N (Figura 4B) vê-se que houve redução crescente do DC em função do incremento CEa, entretanto, constata-se que a medida em que houve aumento na dose de N, independente do nível salino ao qual as plantas estavam submetidas, ocorreu maior desenvolvimento do diâmetro do caule das plantas. A fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas pode também reduzir o efeito da salinidade sobre os vegetais (FLORES et al., 2001) devido a acumulação desse solutos elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (SILVA et al., 2008).

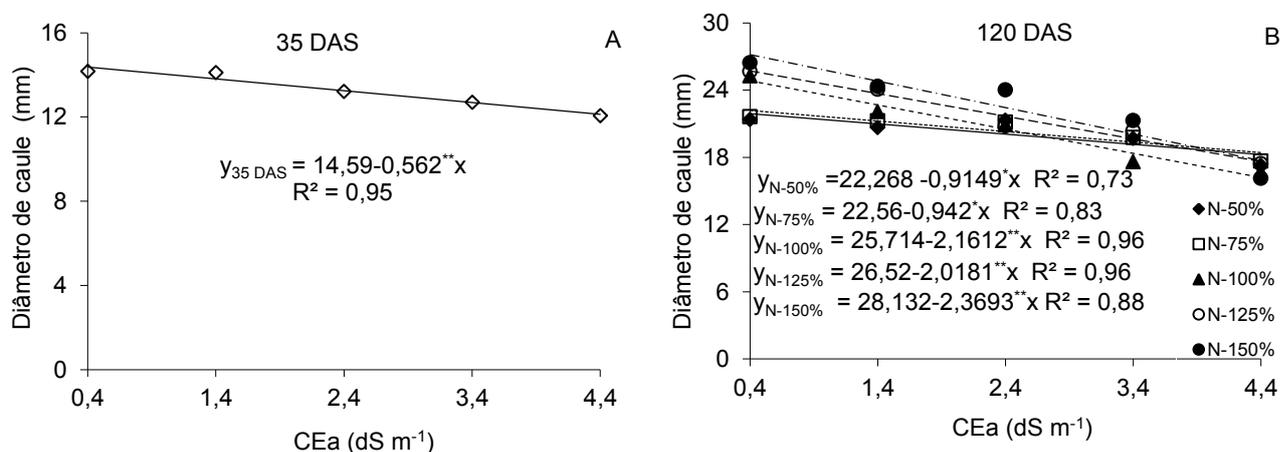


Figura 4 – Diâmetro de caule de plantas de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 DAS (A) e em função da CEa e das doses de adubação nitrogenada aos 120 DAS (B). Pombal, PB, 2012.

Em relação à área foliar, observa-se pelas equações de regressão (Figura 5A) comportamento linear e decrescente da área foliar de plantas submetidas a níveis crescentes da CEa, havendo decréscimos de 5,18 e 5,99 % aos 35 e 120 DAS, respectivamente, por aumento unitário da CEa ou seja, decréscimos de 20,74 % (4,74 cm²) e 23,96 % (1,67 cm²) da AF das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação as plantas irrigadas com 0,4 dS m⁻¹. Conforme Tester e Davenport (2003), o decréscimo da área foliar das plantas em condições salinas pode estar relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante. Desta forma, a redução da área foliar sob tais

condições é importante para a manutenção de elevado potencial hídrico na planta, obtido através da diminuição na transpiração.

Os resultados obtidos nesta pesquisa são condizentes com os observado por Cavalcanti et al. (2005) estudando o efeito de águas salinas no crescimento inicial da mamoneira BRS Nordestina (CEa variando de 0,7 a 4,7 dS m⁻¹) onde observaram que, a área foliar foi afetada pela salinidade, com decréscimo de 6,55 % por aumento unitário da CEa. Silva et al. (2005) também verificaram, aos 60 DAS, que a área foliar da mamoneira sob CEa variando de 0,70 a 8,70 dS m⁻¹ foi reduzida em mais de 11,0 % por incremento unitário de CEa.

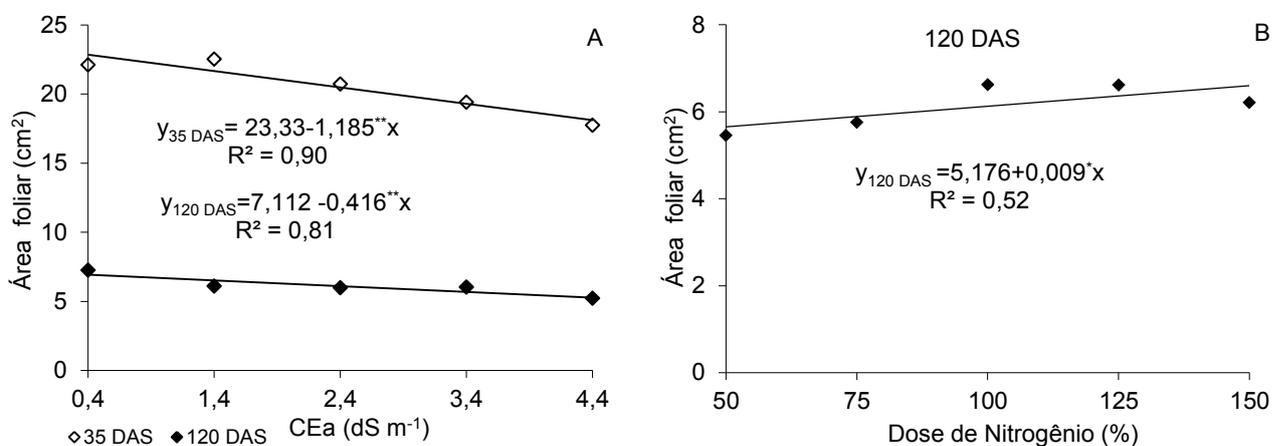


Figura 5 – Área foliar de planta de mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 e 120 DAS (A) e das doses de adubação nitrogenada aos 120 DAS (B). Pombal, PB, 2012.

Conforme estudos de regressão para AF aos 120 DAS (Figura 5B), o efeito foi linear e crescente em função das doses de N, ocorrendo acréscimos de 3,45 % por aumento de 25 % das doses de nitrogênio indicando incremento relativo entre a menor dose N1 (50 %) e a maior dose N5 (150 %) de 13,79 % (0,9 cm²). Segundo Mengel e Kirkby (1987) o nitrogênio é um macronutriente primário essencial para as plantas, por participar da formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo das plantas. Sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e conseqüentemente redução da produção econômica.

A área foliar tem relação direta com a produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em

energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (RADI et al., 1989). Segundo Ribeiro et al. (2009), a área foliar é um dos mais importantes índices de crescimento das plantas, pois, retrata o tamanho do seu aparelho assimilatório, o qual está diretamente relacionado com os processos fisiológicos das plantas. Nesse sentido, constata-se no presente estudo, que em termos de AF o aumento da dose de N fornecidas às plantas contribuíram com o crescimento das mesmas.

5.2. Variáveis de produção: Comprimento, número de frutos, massa de cem sementes e teor de óleo das sementes do racemo primário

Observa-se na Tabela 3 que houve efeito significativo ($p < 0,01$) do fator níveis de salinidade da água de irrigação (S) sobre as variáveis número de frutos do racemo primário (NFrutRP), massa de cem sementes do racemo primário (MCSR¹P) e teor de óleo das sementes do racemo primário (TORP). O fator adubação nitrogenada (N) promoveu efeito significativo ($p < 0,05$) sobre NFrutRP e TORP ($p < 0,01$), assim como, constata-se efeito ($p < 0,05$) da interação entre os fatores (S x N) sobre o comprimento do racemo primário (CRP).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para comprimento do racemo primário (CRP), número de frutos no racemo primário (NFrutRP), massa de cem sementes do racemo primário (MCSR¹P) e teor de óleo de sementes do racemo primário (TORP) da mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2012.

Fonte de Variação	GL	Teste F			
		CRP (cm)	NFrutRP	MCSR ¹ P (g)	TORP (%)
Níveis salino (S)	4	965,85 ^{**}	34,47 ^{**}	1,23 ^{**}	81,86 ^{**}
Reg. Linear	1	3073,89 ^{**}	123,01 ^{**}	3,62 ^{**}	212,62 ^{**}
Reg. Quadrática	1	500,58 ^{**}	6,46 [*]	0,26 ^{ns}	73,92 [*]
Reg. Cúbica	1	1,34 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1,54 ^{ns}
Doses nitrogênio (N)	4	136,10 [*]	3,76 [*]	0,41 ^{ns}	95,37 ^{**}
Reg. Linear	1	224,48 [*]	1,82 ^{ns}	1,49 ^{ns}	370,96 ^{**}
Reg. Quadrática	1	22,34 ^{ns}	7,80 [*]	0,08 ^{ns}	5,20 ^{ns}
Reg. Cúbica	1	274,72 ^{**}	4,62 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,22 ^{ns}
Interação (S x N)	15	69,55 [*]	1,16 ^{ns}	0,19 ^{ns}	23,10 ^{ns}
Bloco	2	6,19 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,09 ^{ns}	60,32 [*]
CV (%)		18,88	17,56	9,5	8,0

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} .

O comprimento do racemo primário foi influenciado pela interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio e com base nas equações de regressão (Figura 6), vê-se efeito linear decrescente da CEa sobre o CRP das plantas adubadas com 50, 75, 100, 125 e 150% de N, cujos decréscimos foram respectivamente de 9,25; 5,18; 10,52; 14,31 e 14,64% por incremento unitário da CEa, ou seja, reduções de 12,66; 8,06; 17,2; 25,6 e 28,86 cm no CRP irrigadas com CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação a testemunha. De acordo com Verslues et al. (2006) o excesso de sais na zona radicular reduz o potencial osmótico do solo, minimizando assim, a disponibilidade de água para as plantas e a taxa fotossintética, e conseqüentemente as variáveis de crescimento e produção são afetadas. Verifica-se (Figura 5) que as plantas que receberam 150% de N e que estavam sob irrigação com água de CEa de até 2,4 dS m⁻¹, conseguiram promover maior CRP. Silva et al. (2007) avaliaram a adubação com macro e micronutrientes na mamoneira e concluíram que a adubação promoveu aumento de produtividade da cultivar BRS Nordestina, com destaque para a adubação nitrogenada.

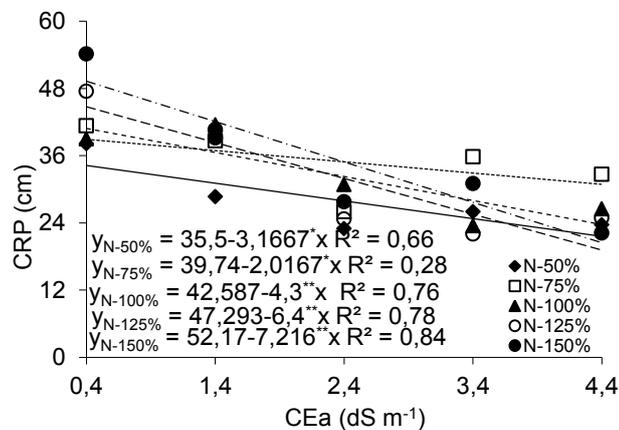


Figura 6. Comprimento do racemo primário em função da condutividade elétrica da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada. Pombal, PB, 2012.

Constata-se com modelo de regressão (Figura 7A) comportamento linear decrescente, indicando declínio do NFrutRP de 17,43 % por aumento unitário da CEa. Comparando-se os valores obtidos no maior nível salino (4,4 dS m⁻¹) com os encontrados nas plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,4 dS m⁻¹), verifica-se redução de 69,71 % (52,12) no número de frutos no racemo primário.

Segundo Tester e Davenport (2003), a redução do potencial osmótico da solução do solo provocada pelo sal, dificulta a entrada de água nas células da planta e consequentemente prejudica o desempenho da cultura.

Em estudos com cultivares de mamoneira (BRS Paraguaçu e BRS Energia), Silva et al. (2008) observaram também, redução no número de frutos do racemo primário com o incremento da CEa verificando ainda que, as cultivares quando submetidas a irrigação com água de 4,7 dS m⁻¹ produziram menos de 10 frutos no racemo primário e quando irrigadas com CEa de 6,7 dS m⁻¹ não conseguiram frutificar. Estes autores ao compararem o NFrutRP das plantas da cv. BRS Energia irrigadas com CEa de 4,7 dS m⁻¹ com as sob 0,7 dS m⁻¹ verificaram-se que esta foi, em média, 86 % menos produtiva e a maior produção de frutos da cv. foi obtida com CEa de 0,7 dS m⁻¹ cujo valor médio foi 60 frutos por racemo. Esses valores são inferiores aos encontrados no presente trabalho, cuja produção do racemo primário variou de 80,5 a 26,7 frutos quando as plantas foram irrigadas respectivamente com CEa de 0,4 e 4,4 dS m⁻¹. Denota-se que esta diferença entre resultados de pesquisas com mesma cultivar possa ter ocorrido em função do experimento de Silva et al. (2008) ser realizado em ambiente protegido, e a polinização das flores tenha sido afetada. Trabalhando com outra oleaginosa, Souza Júnior et al. (2005) constataram em experimento com algodão colorido, redução de 6,6 % no número de capulho, por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

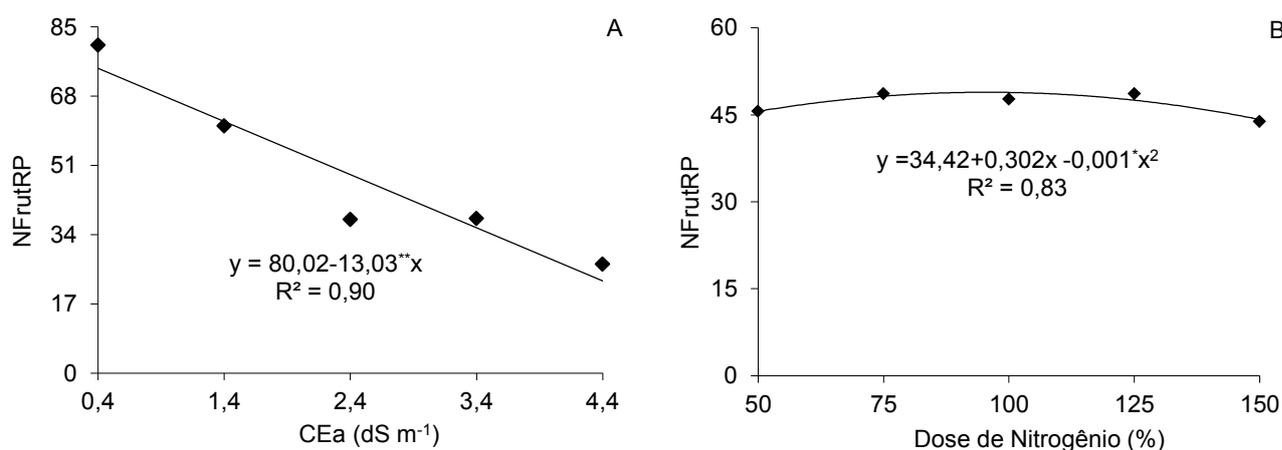


Figura 7 - Número de frutos no racemo primário em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e doses de adubação nitrogenada (B). Pombal, PB, 2012.

Observa-se conforme equação de regressão das doses de nitrogênio sobre o NFrutRP (Figura 7B), resposta quadrática e se nota que o maior número médio de frutos (54,4) foi obtida com a dose de 111% de N estudado, assim como, nota-se que as plantas quando submetidas a doses de N variando de 97 a 111% produziram em média NFrutRP igual a 54, e doses de adubação inferior e superior a este intervalo tiveram menor número de frutos. Segundo Fageria e Baligar (2006), o nitrogênio é o nutriente mais limitante para muitas culturas no mundo, e o seu uso eficiente é de extrema importância econômica para os sistemas de produção. Além do mais, a dinâmica natural do nitrogênio e a perda deste no sistema solo-planta criam um desafio único para seu correto manejo.

Quanto a massa de cem sementes do racemo primário (MCSR) vê-se pelo modelo de regressão (Figura 8), decréscimo linear de 5,51 % na MCSR por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 22,02 % (5,76 g) na MCSR das plantas submetidas a CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação às irrigadas com água de 0,4 dS m⁻¹.

Mantendo as tendências já observadas para CRP e NFrutRP, a massa de cem sementes foi também afetada pela salinidade da água de irrigação. Conforme Gulzar et al. (2003), os estresses provocados pelo excesso de íons, em geral, diminuem a assimilação de CO₂, condutância estomática, transpiração e fotossíntese das plantas e, conseqüentemente, acabam por prejudicar a produção e a produtividade das culturas. Redução de produção ocasionada pela salinidade também foi constatada por Correia et al. (2005), avaliando a produção do amendoim sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,4 a 6,0 dS m⁻¹), onde verificaram que, o estresse salino promoveu decréscimo linear na massa seca de frutos e sementes, respectivamente de 16,7 e 17,9% por aumento unitário da CEa.

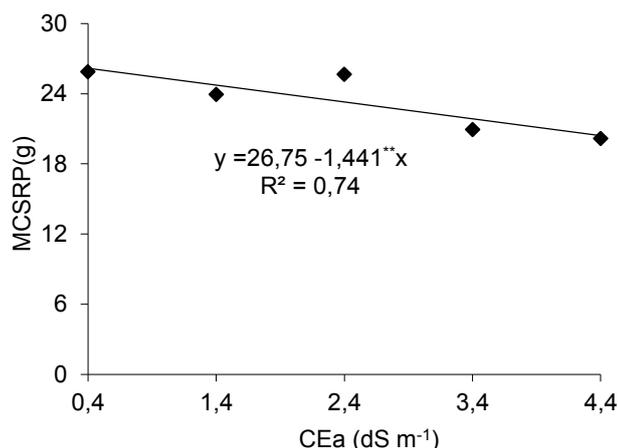


Figura 8 – Massa de cem sementes do racemo primário em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Pombal, PB, 2012.

Verifica-se conforme equação de regressão (Figura 9A), que o aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou efeito ($p < 0,01$) linear e decrescente sobre o TORP, havendo, decréscimos na ordem de 2,49 % por aumento unitário da CEa ou seja, redução de 9,97 % no TORP das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação as irrigadas com 0,4 dS m⁻¹. Os efeitos antagônicos dos sais dissolvidos nas águas ou nos solos, na maioria das vezes, promovem inibição e desuniformidade do crescimento, declínio na produção e na qualidade dos produtos obtidos das plantas cultivadas (AYERS e WESTCOT, 1999; ARRUDA et al., 2002).

Milani (2010) cita que a cultivar BRS energia possui teor de óleo médio em suas sementes de 48%; neste sentido, verificou-se no presente estudo que as plantas quando irrigadas com CEa de até 0,59 dS m⁻¹ proporcionaram TORP de 48%. Outrossim, constata-se que as plantas quando irrigadas com valores de CEa em média de 1,37 dS m⁻¹ contribuíram para produção de teor de óleo no racemo primário acima de 47%.

O teor de óleo das sementes do racemo primário também foi afetado pelas distintas doses de adubação nitrogenada e segundo as equações de regressão (Figura 9B), ocorrendo redução linear de 3,64 % no TORP por aumento de 25 % das doses de N, ou seja, decréscimos do TORP, de 14,55 % entre as doses N5 (150 % de N) e N1 (50 % de N). Silva et al. (2007) estudando o efeito de doses de N variando de 0 a 120 kg ha⁻¹, sobre o teor de óleo das sementes de mamoneira ‘híbrido Sara’ e Severino et al. (2006) avaliando o efeito da adubação mineral com

macro e micronutrientes sobre a produção de óleo das sementes da mamoneira cv. BRS Nordestina não verificaram aumento no teor de óleo em consequência da adubação nitrogenada. Melhiorança e Staut (2005) afirmaram que, em cultivares comercial de mamoneira, o teor médio de óleo é de 48 %; analisando os resultados do presente estudo, verifica-se que em termos do TORP (Figura 9B) as plantas que receberam doses de N de até 64 % tiveram teor de óleo de 48 %.

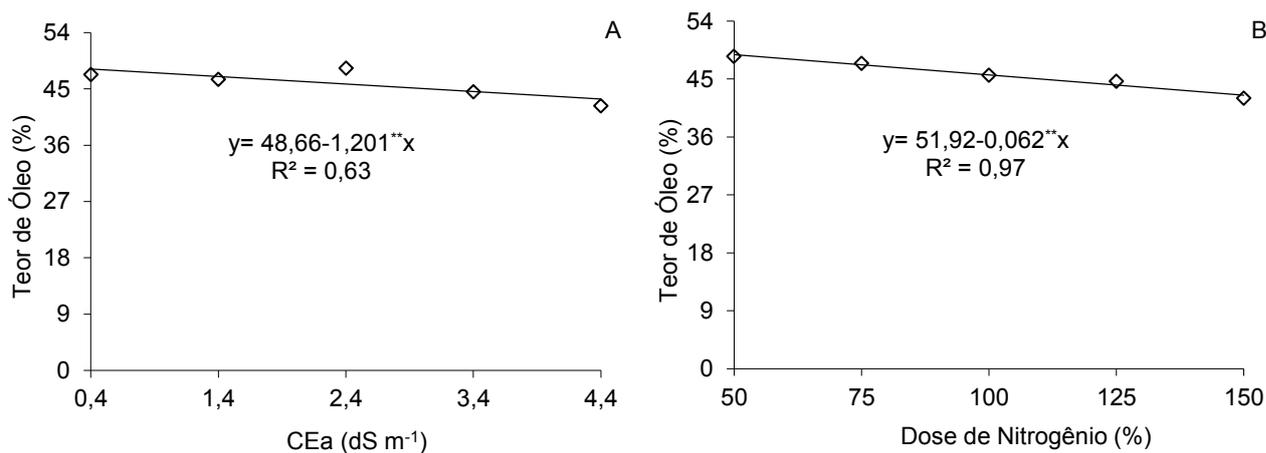


Figura 9 – Teor de óleo de sementes do racemo primário em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e das doses de adubação nitrogenada (B). Pombal, PB, 2012.

6. CONCLUSÕES

1. A salinidade da água de irrigação promoveu redução no crescimento da mamoneira cv. BRS Energia, observado pelo decréscimo da altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas e área foliar;

2. A massa de cem sementes, o teor de óleo e o número de frutos do racemo primário são afetados negativamente pela salinidade da água de irrigação maior que $0,4 \text{ dS m}^{-1}$, sendo o número de frutos a variável mais sensível;

3. A salinidade da água de irrigação de até $1,37 \text{ dS m}^{-1}$ propicia teor de óleo das sementes de 47 % para a mamoneira cv. BRS energia;

4. O aumento das doses de adubação nitrogenada reduziu o efeito da salinidade sobre a área foliar da mamoneira cv. BRS Energia;

5. A mamoneira responde significativamente à interação entre os fatores salinidade da água e doses de nitrogênio para diâmetro de caule e comprimento do racemo primário.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELY, J. **Flora analítica e fitográfica do Estado de São Paulo**. 1. ed. São Paulo: Ayrton, p. 330,1970.

ARRUDA, F. P. de; ANDRADE, A. P. de; SILVA, I. F. da; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 21-27, 2002.

ASHRAF, M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n.01, p.3-16, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, p. 153, 1999. (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29).

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA – Algodão, p. 350, 2001.

BARROS, A. D. de, **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão**. Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, 2002.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 1. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade de Viçosa, p. 3, 1986.

BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, A. E.; AMARAL, J. A. B.; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; PEREIRA, J. R. **Zoneamento e época de plantio da mamoneira para o Nordeste brasileiro com aptidão sem restrições**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. (Comunicado Técnico, 193).

BELTRÃO, N. E. de M.; CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R. P.; SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. F. **O cultivo sustentável da mamona no Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, p.23, 2005. (EMBRAPA-CNPA. Circular técnica, 84).

BERTOZZO, F. **Avaliação da seleção para aumento da porcentagem de flores pistiladas em mamona (*Ricinus communis* L.)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2009.

CARNEIRO, R. A. F. **A Produção de biodiesel na Bahia. Conjuntura e Planejamento**. Salvador: SEI, v.112, p.35-43, 2003.

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

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Revista de Engenharia Ambiental**, v.8, n.1, p. 126-133, 2011.

CONAB. **Conjuntura Mensal da Mamoneira período dezembro de 2010**. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/mamonadezembro2010.pdf>>, Acesso em 11 dez., 2011.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; GURGEL, M. T.; RODRIGUES, L. N. Crescimento do amendoinzeiro irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, Suplemento, p.81-85, 2005.

COSTA, F. C.; HOSCHL, H. C. **Gestão do conhecimento na cadeia produtiva de biodiesel**. In: Congresso da rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília:MCT/ABIPTI, p.30-34, 2006.

CRAMER, G. R.; ALBERICIO, G. J.; SCHIMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of plant physiology**, v.21, p.675-692, 1994.

CRUZ, J. L. Produção e participação de matéria seca e abertura estomática do limoeiro cravo submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 528-53, 2003.

DEGHANISANIJ, H.; YAMAMOTO, T.; INOURE, M. Practical aspects of TDR for simultaneous measurements of water and solute in a dune sans field. **Journal Japan Society Soil Physics**, v.98, n.1, p.21-30, 2004.

DIAS, N. da S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.146-151, 2005.

EL-SWAIFY, S. A. Soil and water salinity. In: SILVA, J. A.; UCHIDA, R. (Ed.). **Plant nutrient management in hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture**. Manoa: University of Hawaii , 2000.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultura da Mamona**. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br /produtos/mamona/index.html> >. Acesso em: 8 nov. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). **Manual e métodos de análise de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, p. 212, 1997.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA, p. 425, 1989.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, n.88, p. 97-185, 2006.

FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (Eds.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB-SBEA, cap. 11, p. 363-383. 1997.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 - **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, p. 32, 2003.

FIETZ, C. R. **Água, o recurso natural do terceiro milênio**. EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, 2006.

FLORES, P.; BOTELLA, M. A.; MARTINEZ, V. CERDA, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: Nitrate uptake and reduction. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, n. 01, p.177-187, 2002.

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.10, p.1561-1573, 2001.

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

FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona uma rica fonte de óleo e de divisas**. São Paulo, p. 69, 1986.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in monhalophytes. **Annual Review of plant Physiology**, 31: 149-190, 1980.

GULZAR, S.; KHAN, M.A. & UNGAR, I.A. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass. **Soil Sci Plant Ana**, v.34, p.2595–2605, 2003.

HESPANHOL, I. Saúde pública e reuso agrícola de esgotos e bio-sólidos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos (ed.). **Reuso de águas**. Barueri: Manole, p. 97-124, 2003.

HOLANDA, J. S. de.; AMORIM, J. R. A. de. **Qualidade da água para irrigação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26. 1997, Campina Grande. Anais... Campina Grande: UFPB, 1997. p.137-169.

JOLY, A. B. **Botânica econômica: as principais culturas brasileiras**. [Brasília]: Hucitec, p. 66, 1979.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (ed.). **Soil salinity under irrigation: processes and management**. Berlin: Springer-Verlag, p.319-338, 1984.

KOOPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura e Económica. México. 479p. 1948.

LIMA, L. A. **Efeito de sais no solo e na planta**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA. 1997, João Pessoa. Anais... João Pessoa: UFPB, p. 113, 1997.

MAAS, E. V.; POSS, J.A.; HOFFMAN, G. J. Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. **Irrig. Sci.**, v.7, p.1-11,1986.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, p. 319, 1997.

MARÇAL, J. A., **Crescimento inicial do Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) sob irrigação com águas salinas em solo com matéria orgânica.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

MARINHO, A. B.; MOREIRA, L. G.; VIANA, T. V. A.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; OLIVEIRA, C. W.; AZEVEDO, B. M. de.. Influência da fertirrigação da nitrogenada na produtividade da cultura da mamoneira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, n.1, p.31–42, 2010.

MEDEIROS, J. F de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE.** (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. p. 173, 1992.

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

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.248–255, 2007.

MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; CARMO, G. A. do. **Riscos e medidas mitigadoras para salinidade em áreas irrigadas. Reunião Sulamericana para manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semiáridas.** Salvador, 2008.

MELHORANÇA, A. L.; STAUT, L. A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona no Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p.65, 2005.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3 ed. Bern: International Potash Institute, p.295-318, 1982.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 849, 1987.

MILANI, M. **BRS Energia**. 3ª ed. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão, 2010. (Folder).

MILLER, A.J.; CRAMER, M.D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant Soil**, 274:1-36, 2004.

MOSHKIN, V. A. **Growth and development of the plant**. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). Castor. New Delhi: Amerind, 1986.

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

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.

OLIVEIRA FILHO, A. F. de; OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; MESQUITA, T. de O.; ZONTA, E. Crescimento de cultivares de mamoneira sob doses de torta de mamona. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, v.5, n.5, p.18-24, 2010.

OLIVEIRA, F. A. de; OLIVEIRA FILHO, A. F. de; MEDEIROS, J. F. de; ALMEIDA JUNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p. 206-211, 2009.

OLIVEIRA, F. A. de; OLIVEIRA, F. R. A. de; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T. de; MEDEIROS, J. F. de; SILVA, O. M. P. da. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4, p.479-484, 2010.

OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; GUIMARÃES, I. P. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, v.1, n.1, p.68-74, 2006.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Orissa-India, v. 60, p. 324-349, 2005.
PASTERNAK, D. Salt tolerance and crop production a comprehensive approach. **Annual Review of Phytopatology**. v. 25, p.271-291. 1987.

PEREIRA, F. S. G. **Biomassa de oleaginosa como fonte alternativa de energia (*Ricinus communis* L.)**. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife. p.98, 2007.

QADIR, M.; NOBLE, A.D.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; GHAFLOOR, A. Driving forces for sodium removal during phytoremediation of calcareous sodic and saline-sodic soils: a review. **Soil Use and Management**, v. 21, n. 2, p.173 -180, 2005.

QUEIROZ, J. E. GONÇALVEZ, A. C.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. **Avaliação e melhoramento da salinidade do solo**. In: Congresso Brasileiro de engenharia agrícola manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada, 26. Campina Grande: Anais... Campina Grande: UFPB, p.69-111, 1997.

RADI, A. F.; HEIKAL, M. M.; ABDEL-RAHAMAN, A. M.; EL-DEEP, B. A. A. Interactive effects of salinity and phytohormones on growth and plants water relationship parameters in maize and sunflower plants. **Acta Agronomica Hungarica**, v.38, p.271-282,1989.

RAMOS, L. P.; KUČEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHEIM, H. M. Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.31, p.28-37, 2003.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A., MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Trad. H. R. GHEYI, J. R. SOUSA, J. E. QUEIROZ. Campina Grande: UFPB. 117p. 2000. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 48).

RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; GHEYI, H. R.; LACERDA, R. D. de. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista. Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 465-473, 2009.

RJISBERMAN, F. R. **Water scarcity: fact or fiction? Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 80, p. 5-22, 2006.

RODRIGUES, L. N.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. de M.; GHEYI, H. R. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p.825–835, 2009.

RODRIGUES, H. C. A.; CARVALHO, S. P.; SOUZA, H. A.; CARVALHO, A. A. Cultivares de mamoneira e adubação nitrogenada na formação de mudas. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v.32, n.3, p.471-476, 2010.

SETTI, A. A. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 3. ed. Brasília: ANEEL/ANA, p.328, 2002.

SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Método para medição da área foliar do pinhão manso In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel. 1, 2006, Brasília. Anais. Brasília: IBPS, p.73-77, 2006.

SILVA JÚNIOR, G. S. e. **Respostas biométricas, ecofisiológicas e nutricionais em genótipos diplóides de bananeira (*Musa spp*) submetidos à salinidade.** Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

SILVA, D.; PRUSKI, F. F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura.** Brasília: MMA, SBH, ABEAS, p.252, 1997.

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

SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental**, 9 (Suplemento): p.347-352, 2005.

SILVA, T. R. B. da; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B. da; VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.42, n.9, p.1357-1359, 2007.

SILVEIRA, J. A. G.; SIVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas.** Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, p.162-178, 2010.

SOUZA JUNIOR, S. P.; SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. C. S.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E de M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS verde sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, Suplemento, p. 236-241, 2005.

STEPPIHN, H. **Pre-irrigation of a severely-saline soil with in situ water to establish dry land forages.** Transactions of the ASAE, 44: 1543-1551, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: ArtMed, 2006.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.3, p. 503-527, 2003.

VERSLUES, P.E.; AGARWAL, M. KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J. & ZHU, J.K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant J.**, v.45, p. 523-539, 2006.

WENDT, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, v.59, p.484-486, 1967.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.7, p.1439-1451, 1998.

YEO, A. R.; FLOWERS, T. J. Selection for physiological charactes- examples from breeding for salt tolerance. In: JONES, H. G.; FLOWERS, T.J.; JONES, M. B. (Ed). **Pants under stress.** Cambridge: Cambridge University Press, cap.12, p.217-234, 1989,