



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO: AGRONOMIA
CAMPUS DE POMBAL – PB**

SAULO SOARES DA SILVA

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

**POMBAL-PB
SETEMBRO DE 2013**

SAULO SOARES DA SILVA

**EMERGÊNCIA, 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.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

**POMBAL-PB
SETEMBRO DE 2013**

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

MON

S586c Silva, Saulo Soares da.

Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e doses de nitrogênio / Saulo Soares da Silva. Pombal, 2013.

42f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

"Orientação: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre".

Referências.

1. Plantas oleaginosas. 2. *Ricinus Communis* L. 3. Mamoneira – Crescimento. 4. Adubação Nitrogenada. 5. Salinidade. I. Nobre, Reginaldo Gomes. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 633.85

SAULO SOARES DA SILVA

**EMERGÊNCIA, 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.

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre
Universidade Federal de Campina Grande / CCTA / UAGRA

Examinador: Lauriane Almeida dos Anjos Soares
Mestranda em Engenharia Agrícola / CTRN / UFCG

Examinador: Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza
Universidade Federal de Campina/CCTA/UAGRA

Aos meus pais, Paulo José da Silva e Dinamar Soares Ferreira da Silva.

Aos meus irmãos, Sabrina e Samuel.

A minha namorada Janine Patrícia.

A minha tia Lúcia (in memória).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me da saúde e força, para segui com os meus estudos;

A minha família por sempre me apoiar, em especial minha mãe, Dinamar Ferreira da Silva por sempre me incentivar nos estudos;

Ao Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre, pelos ensinamentos, dedicação e exemplo como profissional;

Aos examinadores, Lauriane Almeida dos Anjos Soares e o Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza pela disponibilidade para avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões para confecção deste trabalho;

Aos amigos, Alexsandro, Geovani, Givanildo e Lauriane, pela contribuição para a realização dos trabalhos;

Aos amigos Divane, Elysson, Gabriel, Guilherme, Hélio, Jonatas Raulino, José Raimundo, Mairlly, Ranie, Renan e Ricardo pelo convívio, amizade, ajuda e parceria durante todo o curso;

A minha namorada Janine Patrícia pelo apoio e incentivo na confecção deste trabalho;

Aos amigos da EMATER de Pombal, aonde realizei o estágio supervisionado, em especial a Inácio Marinho que me mostrou como ser um bom profissional através da suas experiências profissionais, e me ensinou sobre o valor da amizade e respeito ao próximo;

A todos os amigos que conquistei durante a minha vida, principalmente os da UFCG Campus de Pombal que foram mais que amigos, foram como uma família, especialmente os da turma de 2008.1, o grupo do metal e aos funcionários da UFCG Pombal, deis do mais humilde até o mais graduado;

Quero concluir agradecendo a todos que de forma direta ou indireta, contribuirão para a minha formação em Agronomia, que foi não só o acúmulo de conhecimento técnico, mais também de vida. Muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Disposição dos lisímetros na área experimental. Pombal, PB 2013	22
Figura 2 - Percentagem de emergência (A) e Índice de velocidade de emergência - IVE (B) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal, PB 2013.	27
Figura 3 – Número de folhas (A e B), Diâmetro de caule (C e D) e Altura de planta (E) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e doses de adubação nitrogenada nas diferentes épocas (DAS).Pombal, PB, 2013.	29
Figura 4 - Área foliar específica (AFE) da mamoneira em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e doses de adubação nitrogenada aos 120 dias após o semeio. Pombal, PB, 2013.	32
Figura 5 - Número de sementes no racemo primário – NSRP (E) da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal, PB, 2013.....	33
Figura 6 – Número de racemos por planta (NRP) de mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B). Pombal, PB, 2013.....	34

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2013.....	22
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para percentagem de emergência (PE), Índice de velocidade de emergência (IVE), da mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.....	26
Tabela 3 - Resumo do teste F para número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC) e altura de planta (AP) da mamoneira aos 46 e 108 dias após o semeio (DAS), e área foliar específica (AFE) da mamoneira aos 120 DAS, em função de diferentes níveis da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.....	28
Tabela 4 - Resumo do teste F para número de sementes no racemo primário (NSRP) e número de racemos por planta (NRP) de mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.....	32

SUMÁRIO

	<i>Página</i>
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVO	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. A mamoneira.....	15
3.2. Fontes alternativas de recursos hídricos e escassez	16
3.2.1. Qualidade da água para irrigação	17
3.3. Salinidade e seus efeito sobre as plantas e os atributos do solo.....	18
3.4. Salinidade e seus efeitos sobre a nutrição mineral	19
3.5. Tolerância das plantas à salinidade.....	19
3.6 Adubação Nitrogenada.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1. Caracterização da área experimental	21
4.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	21
4.3. Cultivar	21
4.4. Instalação e condução do experimento	21
4.5. Preparo das águas com distintos níveis salinos para uso na irrigação	23
4.6. Descrição das variáveis avaliadas	24
4.6.1. Emergência.....	24
4.6.1.1. Percentagem de emergência (PE) e Índice de velocidade de emergência (IVE) .	24
4.6.2. Variáveis de crescimento	24
4.6.2.1. Área Foliar Específica (AFE).....	24
4.6.2.2. Número de folhas (NF)	24
4.6.2.3. Diâmetro do caule (DC)	25
4.6.2.4. Altura da planta (AP)	25

4.6.3. Variáveis de Produção.....	25
4.6.3.1. Número de sementes do racemo primário (NSRP).....	25
4.6.3.2. Número de racemo por planta (NRP).....	25
4.7. Análise dos dados.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6. CONCLUSÕES	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

SILVA, S. S. **Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e doses de nitrogênio.** Pombal: UFCG, 2013. Monografia (Graduação em agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

RESUMO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa pertencente à família *Euphorbiaceae*, de significativo valor socioeconômico, com produtos e coprodutos utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura, que apresenta grande potencial econômico para o semiárido nordestino brasileiro. Objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação associada a doses de adubação nitrogenada, sobre a mamoneira cv. BRS Energia, cultivada em lisímetros sob condições de campo. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, cujos tratamentos consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,4; 1,4; 2,4; 3,4 e 4,4 dS m⁻¹) e cinco doses de adubação nitrogenada (50; 75; 100; 125 e 150% da indicação de adubação nitrogenada 100 mg kg⁻¹ para ensaios em vaso). A partir da salinidade da água de irrigação de 0,4 dS m⁻¹ houve decréscimos linear da percentagem de emergência, do índice de velocidade de emergência, do número de folhas, da altura de planta e do diâmetro de caule da mamoneira. Doses crescentes de nitrogênio atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação, até o nível de 2,4 dS m⁻¹ promovendo maior área foliar específica da mamoneira. O número de sementes do racemo primário da mamoneira foi a variável mais sensível ao estresse salino, ocorrendo redução, respectivamente de 18,3% por aumento unitário da condutividade elétrica de água de irrigação. A interação entre salinidade da água e doses de N foi significativa para número de folhas e diâmetro de caule, tendo as doses crescentes de nitrogênio atenuado o efeito negativo da salinidade da água até o nível de 2,4 dS m⁻¹. A condutividade elétrica da água de irrigação até 1,9 dS m⁻¹ e doses de nitrogênio a partir de 134% da recomendada favorecem maior número de racemos por planta.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada. Salinidade. *Ricinus communis* L.

SILVA, S. S. **Emergency, growth and yield of castor beans under salt stress and nitrogen.** Pombal: UFCG, 2013. Monograph (Graduate in agronomy). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

ABSTRACT

Castor is an oilseed crop belonging to the family Euphorbiaceae, with significant socioeconomic value, with products and coproducts ricinoquímica used in industry and agriculture, which has great economic potential for the semi-arid northeastern Brazil. The objective of this research was to evaluate the effect of different salinity levels of irrigation water associated with nitrogen fertilization on the castor bean cv. BRS Energy, grown in lysimeters under field conditions. We adopted the experimental design of randomized blocks, arranged in a 5 x 5 factorial design with three replications and the treatments consisted of five levels of electrical conductivity of irrigation water - EC_w (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 indication of nitrogen 100 mg kg⁻¹ for testing in pot) . From the salinity of the irrigation water of 0.4 dS m⁻¹ were linear decreases in the percentage of emergency, the index of germination speed, number of leaves, plant height and stem diameter of castor bean. Increasing levels of nitrogen attenuated the effect of salinity of irrigation water to the level of 2.4 dS m⁻¹ promoting higher specific leaf area of the castor. The number of seeds of the castor bean primary raceme was the variable most sensitive to salt stress, resulting in reduction respectively of 18.3 % per unit increase in the electrical conductivity of irrigation water. The interaction between salinity and N levels was significant for number of leaves and stem diameter, with increasing doses of nitrogen mitigated the negative effect of water salinity to the level of 2.4 dS m⁻¹. The electrical conductivity of irrigation water up to 1.9 dS m⁻¹ and nitrogen from 134 % of the recommended favor greater number of racemes per plant.

Keywords: Nitrogen fertilization. Salinity. *Ricinus communis* L.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa passiva de exploração no Nordeste brasileiro, por possuir características de xerofilismo e heliofilismo, além de boa adaptação a distintas condições de solo e manejo de cultivo; seus produtos e subprodutos são utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura, além da possibilidade do óleo extraído de suas sementes ser usado como biocombustível (Souza Júnior et al., 2005). Desde que se obedeça a suas exigências climáticas e receba manejo adequado essa cultura pode ser cultivada em várias regiões do país, desde o Sul até o Norte (SAVY FILHO, 2005, SILVA et al., 2011).

Segundo Santos et al. (2001) após a industrialização da mamoneira, é obtido, como produto principal, o óleo, este sendo considerado um dos mais versáteis da natureza, de utilidade só comparável à do petróleo, com a vantagem de ser renovável, e tendo como subproduto, a torta de mamona que pode ser usada na reestruturação de solos degradados.

A ocorrência de longos períodos sem chover e a elevada instabilidade climática no Nordeste brasileiro, fazem com que a prática da irrigação seja imprescindível para se obter uma produção agrícola com segurança; entretanto, a pressão antropica sobre as fontes hídricas de boa qualidade e a 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, procurar usar água de qualidade inferior, em geral salinas.

Segundo Rhoades et al. (2000) o uso da água salina na agricultura deve ser considerado uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água; neste sentido, deve-se realizar um manejo adequado pois, o excesso de sais poderá promover efeito negativos como o osmótico, que reduz a absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons que causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas, podendo assim, ter o crescimento, o desenvolvimento e a produção comprometidas.

De acordo com Munns (2005) e Silva et al. (2003), o grau com que o estresse salino irá afetar as plantas vai depender principalmente da tolerância da cultura à salinidade, do manejo da irrigação e adubação e dos fatores climáticos locais. 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.

Conforme Miller e Cramer (2004) 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. Flores et al. (2001) relatam que a fertilidade nitrogenada além de promover o crescimento das plantas, pode também reduzir o efeito do estresse salino sobre plantas. Isso pode ser devido às funções que o N desempenha nas plantas, como a função estrutural, fazendo assim, parte de diversos compostos orgânicos, vitais para as plantas, sendo esses as proteínas, prolina, aminoácidos, entre outros.

É importante obter maiores informações envolvendo a interação entre salinidade da água e/ou do solo com a nutrição da mamoneira em condição de semiárido do Brasil, pois assim propiciara uma continuidade da exploração de forma sustentável desta cultura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a resposta da mamoneira quando irrigada com água de diferentes níveis salinos e submetida a diferentes doses de nitrogênio.

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Avaliar as variáveis de emergência, crescimento e produção da mamoneira irrigada com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio;
- ❖ Determinar o nível de salinidade da água máxima tolerável pela mamoneira visando otimizar o uso de fontes de águas disponíveis.
- ❖ Determinar a dose ótima de nitrogênio a ser aplicada as plantas quando cultivadas sob diferentes níveis salinos da água de irrigação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A mamoneira

Conhecida cientificamente como *Ricinus communis* L. a mamoneira tem origem afro-asiática sendo uma espécie xerófila, bastante tolerante a escassez de água, porém, exigente em calor e luminosidade. Conforme Rodrigues et al. (2002) na classificação de Engler *Ricinus communis* L. tem a seguinte posição sistemática: Divisão *Angiospermae*; Classe *Dicotyledoneae*; Subclasse *Archichlamydeae*; Ordem *Geraniales*; Família *Euphorbiaceae*; Subfamília *Euphorbioideae*; Tribo *Crotoneae*; Gênero *Ricinus* e Espécie *Ricinus communis* (Linnaeus).

No Nordeste brasileiro cujas condições climáticas são propícias ao seu crescimento e desenvolvimento, está sendo disseminada, principalmente nos locais já zoneados pela Embrapa e referendado pelo MAPA (*Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*) (EMBRAPA, 2006).

A mamoneira é uma espécie de oleaginosa de significativo valor socioeconômico com produtos e subprodutos utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura, embora com produtividade de grãos ainda baixa para seu potencial, possibilitando seu uso como biocombustível devido ao óleo que é extraído de suas sementes (ALMEIDA et al., 2007; RIBEIRO et al., 2009).

Com relação aos maiores produtores de mamona do mundo destacam-se em crescente são Brasil, Paraguai, China e Índia, onde a produtividade da mamoneira no mundo e no Brasil em 2009 foi da ordem de 1. 172 e 567,7 kg ha⁻¹ (FAOSTAT, 2009). Destacando-se o estado da Bahia com cerca de 85% da produção nacional (ADITAL, 2009).

Segundo Beltrão et al. (2007) a mamoneira apresenta uma elevada complexidade morfofisiológica, demonstrando-se crescimento indeterminado, possuindo várias características relacionadas ao porte, ao ciclo, na sexualidade e em outros aspectos. Seu metabolismo fotossintético é do tipo C₃, as ramificações caulinares são do tipo simpodial, havendo vários tipos de faixas das taxas respiratórias e particularidades da inflorescência. Conforme Beltrão e Silva (1999) perante as condições dos tipos normais a planta apresenta as flores masculinas na parte inferior e femininas na parte superior, tendo sua polinização do tipo anemófila.

O uso do óleo da mamona para produção do biodiesel tem despertado interesse nacional e de acordo com Carneiro (2003) a implantação do Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico 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. Com isso, a busca mundial por sustentabilidade ambiental, com base na substituição progressiva dos combustíveis minerais derivados do petróleo, responsáveis direto pelo efeito estufa, por combustíveis renováveis de origem vegetal, dentre eles o biodiesel do óleo da mamona, criou-se uma perspectiva real para a expansão do seu cultivo, em escala comercial no semiárido brasileiro, especialmente na agricultura familiar (BELTRÃO et al., 2005).

3.2. Escassez e fontes alternativas de recursos hídricos

Cerca de 97,5% do total de água existente em nosso planeta é salgada e apenas 2,5% doce, e a maior parte da água doce (68,7%) está armazenada nas regiões polares e 30,1% se encontram em reservatórios subterrâneos e a água de rios e lagos, mais acessíveis ao uso humano e correspondem a apenas 0,27% do volume total de água doce da terra (FIETZ, 2006).

O uso abusivo dos recursos hídricos é devido ao crescimento forçado dos sistemas de produção, por causa do aumento populacional. O aumento populacional está estimulando o crescimento dos sistemas de produção, e por conseqüente, está gerando uma exploração crescente dos recursos hídricos. Dentre os sistemas de produção de alimentos que mais cresce, estão à agricultura irrigada que responde por cerca de 20% de toda a área agrícola do mundo, por 40% da produção mundial de alimento e por cerca de 70% do consumo de água doce (FAO, 2004).

Segundo Medeiros et al. (2003) 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.

Sudena (1980) relata que o Nordeste brasileiro possui um potencial médio anual de 60 milhões de m³ de água nos aquíferos, e parte dessa água é utilizada para a irrigação, mas a deficiência de recursos hídricos pode ser considerada o principal fator que limita a produção agrícola.

As águas de qualidade inferior, tais como águas de salinidade elevada, efluentes de processos industriais e de esgotos, particularmente os de origem doméstica, e águas de drenagem agrícola devem, sempre que possível, ser consideradas fontes alternativas para usos menos restritivos, e o uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes constitui-se, hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da

demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água (HESPANHOL, 2003).

3.2.1. Qualidade da água para irrigação

Conforme Aspásia (2002) a água estar diretamente ligada à sobrevivência do homem, plantas e animais, devido melhorar as condições econômicas, sociais e comunitárias, ainda constitui-se numa referência cultural e um bem social indispensável à adequada qualidade de vida da população. Segundo Mascena et al. (2006) pode-se definir a qualidade da água por suas características físicas, químicas e biológicas (sanitárias).

As águas que se destinam à irrigação devem ser avaliadas principalmente sob três aspectos, considerados importantes na determinação da qualidade agronômica das mesmas, no que se refere à qualidade físico-química, sendo esses aspectos a salinidade, sodicidade e toxicidade de íons, e o efeito da salinidade é de natureza osmótica podendo afetar diretamente o rendimento das culturas, já a sodicidade, determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação, se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (PIZARRO, 1985).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, no entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização, esta situação está se alterando em muitos lugares. O uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade implica que, tanto nos projetos novos como nos antigos que requerem águas adicionais, tem-se que recorrer às águas de qualidade inferior. Ayers e Westcot (1999) relatam que para evitar problemas consequentes, deve-se existir planejamento efetivo que assegure melhor uso possível das águas, de acordo com a qualidade.

Bernardo (1987) comenta que 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 algumas culturas. Logan (1965) cita que poucas plantas utilizam quantidades significativas de sais e, assim, a salinidade do solo e gradualmente aumentada por irrigações sucessivas, a menos que os sais possam ser removidos.

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

Por isso, quando não se adotam medidas de correção ou mitigação deve-se fazer um diagnóstico dos riscos potenciais associados à qualidade da água que poderão acarretar problemas relacionados principalmente à degradação dos solos pela salinização e/ou ao entupimento em sistemas de irrigação localizada (MEDEIROS et al., 2003).

3.3. Salinidade e seus efeitos sobre as plantas e os atributos do solo

Em relação à salinidade as plantas podem ser classificadas como glicófitas (a maioria das plantas cultivadas, sendo as menos tolerantes à ação dos sais) e halófitas, que adquirem condições fisiológicas e ajustam-se osmoticamente e, sobrevivem sob estresse salino (SANTOS e TERTULIANO, 1998; LIRA JÚNIOR, 2002).

Íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo e o potencial osmótico sofrem efeitos diretos devido a sais em excesso no solo, prejudicando assim o crescimento das plantas (FREIRE, 2003). Redução da disponibilidade de água para as plantas, problemas como o efeito de íons tóxicos específicos sobre a fisiologia vegetal, que afetam o rendimento e a qualidade da produção, são problemas causados pelo excesso de sais no solo (DIAS et al., 2004).

Para Shannon (1997) e Chusman (2001) as consequências da salinidade/sodicidade do meio, sobre as características de crescimento e desenvolvimento das plantas, são constatadas de três maneiras: por estresse salino, devido ao efeito osmótico, restringindo a disponibilidade de água (estresse hídrico) e absorção de nutrientes; por toxicidade, através do acúmulo de íons específicos e por desordem nutricional, com reflexos morfológicos, estruturais e metabólicos. As plantas crescem lentamente, tornam-se raquíticas, com folhas de coloração verde-escuro em menor número, tamanho e menor suculência, quando as mesmas estão sob estresse salino (SANTOS, 1995).

A energia livre da água é reduzida pela concentração excessiva de sais na solução do solo, o que reduz assim a absorção da mesma pelas plantas. O alto nível de sais no solo dificulta a absorção de água pelas plantas, portanto o principal efeito dos sais é osmótico. As plantas apresentam uma membrana semipermeável que permite a passagem de água, mas evita a passagem de sais. Osmoticamente é difícil a extração da água salina da solução do solo, e quanto mais salina mais difícil essa extração (BARROS, 2002).

3.4. Salinidade e seus efeitos sobre a nutrição mineral

A nutrição mineral de plantas pode ser interferida pela salinidade acarretando deficiências e toxidez de alguns nutrientes (SILVA JÚNIOR, 2007).

Devido ao baixo potencial total da solução do solo e da competição química entre nutrientes e sais à absorção de água e nutrientes pelas plantas é dificultada quando tem alta concentração salina no meio da solução do solo (YEO e FLOWERS, 1989).

A salinidade causa vários efeitos sobre as plantas, onde existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, aonde na zona radicular um aumento na concentração de nitrato pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta, já quando o cloreto se encontra em concentração elevada no meio, o 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 (KAFKAFI, 1984).

Farias et al. (2009) cita que os efeitos do excesso de sais solúveis na solução do solo, principalmente o Na e o Cl, provocam redução do desenvolvimento vegetal, especialmente nas espécies mais susceptíveis, promovendo distúrbios fisiológicos. SILVA et al. (2000), resumem os efeitos da salinidade do solo sobre as plantas em: efeito osmótico provocado pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto.

Dias e Blanco (2010) relatam que quando há saturação no solo por teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH do solo pode alcançar valores elevados e, nesse caso, há a diminuição da disponibilidade de zinco, cobre, manganês, ferro e boro, podendo ocorrer deficiência nas plantas cultivadas, principalmente em pequenas quantidades. Neste caso, o crescimento das espécies cultivadas não é diretamente influenciado pelo carbonato de sódio, mas pelo seu efeito sobre o pH do solo.

3.5. Tolerância das plantas à salinidade

As plantas se comportam diferentemente em relação à salinidade, algumas culturas podem tolerar concentrações relativamente elevadas de sais, outras são extremamente sensíveis. A tolerância varia não só com a concentração salina, mas, também, com práticas de manejo, clima e natureza e proporções relativas dos diversos íons na solução do solo (FULLER, 1967).

Plantas tolerantes a salinidade devem ser capazes de ajustar o seu potencial osmótico, evoluindo assim a acumulação e absorção de íons, como a síntese de solutos orgânicos (FAGERIA e GHEYI, 1997).

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

3.6. Adubação Nitrogenada

Uma das principais tecnologias usadas para aumento da produtividade e a rentabilidade das culturas é a adubação, aonde o nitrogênio, que é um macronutriente, é um dos principais nutrientes responsáveis por esse aumento (CHAVES et al., 2011).

O 'N' participa como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas, por isso ocorre esta alta dependência dele, que se deve às funções do mesmo no metabolismo das plantas (FLORES et al., 2002).

Nas formas inorgânicas de nitrato e amônia geradas pela fixação biológica, ou liberadas pela decomposição da matéria orgânica do solo que as plantas adquirem o N do solo, onde ocorre uma intensa competição entre plantas e microrganismos para esse N ser adquirido. Conforme Taiz e Zeiger (2006) para permanecerem competitivos, os vegetais desenvolveram mecanismos para capturar esses íons, a partir da solução do solo, tão rápido quanto possível.

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 (FAGERIA; BALIGAR, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

Conduziu-se a pesquisa entre os meses de outubro de 2010 e fevereiro de 2011 em lisímetros sob condições de campo, 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'' S e 37°49'15'' W e altitude média de 144 m. Segundo a classificação de Koppen (1948) o clima predominante na região e do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente e seco, com precipitação média de 750 mm e evaporação média anual de 2000 mm.

4.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, perfazendo o total de setenta e cinco unidades experimentais, cujo os tratamentos que resultaram da combinação dos fatores foram: condutividades elétrica da água de irrigação (CEa) em cinco níveis ($S_1 - 0,4$; $S_2 - 1,4$; $S_3 - 2,4$; $S_4 - 3,4$ e $S_5 - 4,4$ dS m⁻¹) e cinco doses de adubação nitrogenada ($N_1 - 50$; $N_2 - 75$; $N_3 - 100$; $N_4 - 125$ e $N_5 - 150\%$) 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 16,67g de fosfato monoamônio por vaso.

4.3. Cultivar

Avaliou-se a cultivar de mamoneira 'BRS Energia' que segundo informações da Embrapa Algodão (2012) possui um ciclo de 120 a 150 dias, caule e folhas de coloração verde, frutos semi-indeiscentes, 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

Utilizou-se na pesquisa lisímetros de drenagem (vasos de polietileno) com 100 L de capacidade, sendo os mesmos distribuídos em fileiras simples espaçadas de 0,9 m e 0,7 m entre plantas dentro da fileira (Figura 1) e, preenchidos com 2 Kg de brita (nº Zero) a qual cobria a base do vaso, 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 na Tabela 1. Os atributos foram determinados

no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CCTA/UFCG, segundo metodologia proposta pela Embrapa (1997).



Figura 1: Disposição dos lisímetros na área experimental. Pombal, PB, 2013.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2013.

CARACTERÍSTICAS	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

Na base de cada lisímetro fez-se dois furos 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 estimar o consumo de água pela cultura. O material de solo após ser acondicionados nos lisímetros foi colocado em capacidade de campo, usando as distintas águas conforme tratamentos.

A adubação básica foi realizada 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).

A semeadura foi realizada em 28 de outubro de 2010, colocando-se dez sementes por lisímetro a uma profundidade de 0,02 m e distribuídas de forma equidistantes. 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.

Durante a condução da pesquisa realizou-se os seguintes tratos culturais: erradicação de plantas daninhas, tutoramento de plantas, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e, visando o manejo preventivo de pragas foram realizadas pulverizações com inseticidas.

Realizaram-se ainda 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 com distintos níveis salinos para uso na irrigação

As água com diferentes níveis de salinidade foram obtidas pela adição de cloreto de sódio em água proveniente do sistema de abastecimento local (CAGEPA), cuja quantidade (Q) foi determinada pela equação de Rhoades et al. (2000), sendo $Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = \text{CEa} \times 640$, em que CEa (dS m⁻¹) representa o valor desejado da condutividade elétrica da água.

A irrigação foi realizada diariamente ao final de cada tarde (17 h) com auxílio de uma becker graduado, conforme tratamentos e com volume de água de 700 mL por vaso até o 06

DAS 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. Descrições das variáveis avaliadas

Realizou-se inicialmente avaliação das variáveis de emergência, e aos 46; 72; 108; e 120 DAS fizeram-se avaliações do efeito dos tratamentos sobre os componentes de crescimento e de produção conforme as seguintes características:

4.6.1. Emergência

4.6.1.1. Percentagem de emergência (PE) e Índice de velocidade de emergência (IVE)

A emergência das plântulas foi avaliada mediante contagem diária, até os 13 DAS, do número de plântulas emergidas, usando-se como critério o surgimento do epicótilo na superfície do vaso, e daí determinou-se a porcentagem de emergência – PE (número de plântulas emergidas em relação ao número de sementes semeadas). Nessa mesma data avaliou-se o índice de velocidade de emergência (IVE), conforme Vieira e Carvalho (1994):

IVE (plântulas dia⁻¹) = $\frac{\Sigma_1}{N_1} + \frac{\Sigma_2}{N_2} + \dots + \frac{\Sigma_n}{N_n}$, em que, $\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_n$ representam os números de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda e última contagem e N_1, N_2, \dots, N_n são os números de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem, respectivamente.

4.6.2. Variáveis de crescimento

4.6.2.1. Área foliar específica (AFE)

A área foliar específica foi mensurada aos 120 DAS, através da relação entre AF e a fitomassa seca de folhas. A área foliar total (AF) foi determinada aos 35 e 120 DAS, segundo metodologia de Severino et al. (2005) usando a equação $S = 0,2622 \times P^{2,4248}$, onde ‘S’ é a área foliar em cm² e ‘P’ é a medida do comprimento da nervura principal da folha em cm. Na determinação foram consideradas apenas as folhas com, no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm.

4.6.2.2. Número de folhas (NF)

Foi mensurada aos 46 e 108 DAS, onde na contagem do NF consideraram-se as que estavam totalmente expandidas, com comprimento mínimo de 3 cm e que apresentavam no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa.

4.6.2.3. Diâmetro do caule (DC)

O DC foi medido a 5 cm do colo da planta, sendo as avaliações realizadas aos 46 e 108 DAS.

4.6.2.4. Altura da planta (AP)

A AP foi mensurada conforme distância entre o colo da planta e a inserção do racemo primário, sendo as avaliações realizadas aos 46 e 108 DAS.

4.6.3. Variáveis de produção

4.6.3.1. Número de sementes do racemo primário (NSRP)

Quando os racemos apresentavam 90% dos seus frutos maduros, com início aos 72 DAS, após a completa maturação (exposição ao sol), realizou-se manualmente a debulha e aferiu-se o número de sementes do racemo primário.

4.6.3.2. Número de racemos por planta (NRP)

O NRP foi determinado aos 120 DAS.

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 utilizando do software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2 que houve efeito significativo do fator níveis de salinidade da água de irrigação sobre a percentagem de emergência (PE) e o índice de velocidade de emergência (IVE). O fator adubação nitrogenada (N) assim como a interação entre os fatores CEa e as doses de N não promoveram efeito significativo sobre estas variáveis.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para percentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.

Fonte de Variação	Teste F	
	PE	IVE
	%	(Plântulas dia ⁻¹)
Salinidade da água (S)	**	*
Reg. Linear	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns
Doses nitrogênio (N)	ns	ns
Reg. Linear	-	-
Reg. Quadrática	-	-
Interação (S x N)	ns	ns
Bloco	ns	ns
CV (%)	9,67	13,92

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

A salinidade da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) a percentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência ($p < 0,05$) (Tabela 2) e de acordo com as equações de regressão (Figura 2A e 2B), constata-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu linearmente a PE e o IVE, promovendo respectivamente, decréscimos na ordem de 3,35% e 3,62% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 13,4% na PE e de 14,48% no IVE das plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹, em relação à testemunha, evidenciando que o estresse salino além de reduzir o percentual de emergência das plântulas, retarda sua emergência. O aumento da concentração de sais solúveis reduz o potencial osmótico do solo, e desta forma, promove diminuição na absorção de água pela semente ao ponto de influenciar negativamente a velocidade de emergência das plântulas e a percentagem de emergência (RHOADES e LOVEDAY, 1990).

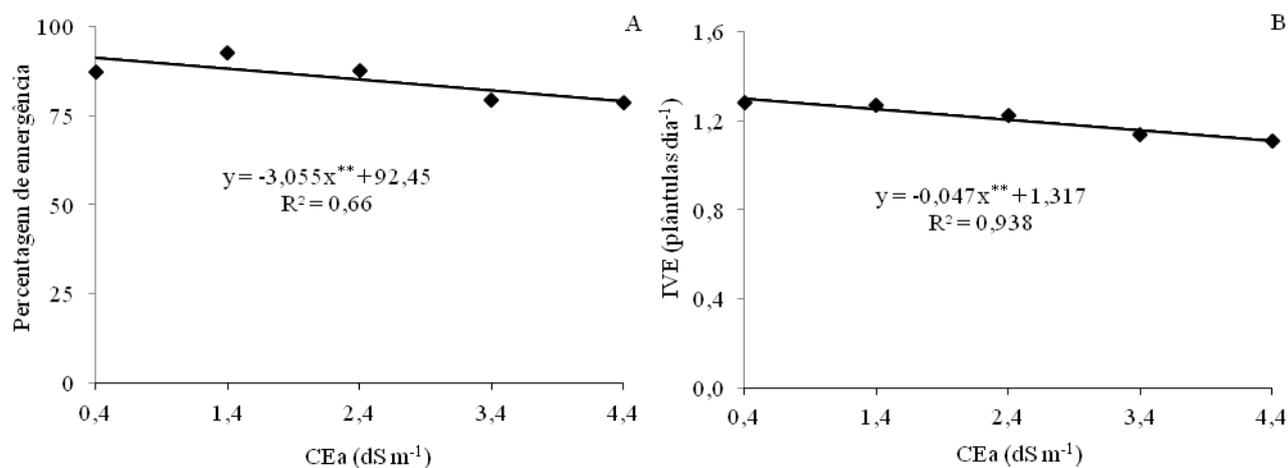


Figura 2 – Percentagem de emergência (A) e Índice de velocidade de emergência - IVE (B) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal, PB, 2013.

Silva et al. (2005) ao avaliarem o comportamento de duas cultivares de mamoneira (BRS-188 Paraguaçu e CSRN-367) irrigadas com águas de diferentes níveis salinos (CEa de 0,7 a 8,7 dS m⁻¹) constataram que a percentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência diminuíram linearmente com o aumento da CEa. A mamoneira BRS 149 – Nordestina é uma cultivar mais tolerante aos sais na fase de germinação em relação à BRS Energia, pois a CEa de até 4,7 dS m⁻¹ não influenciou a percentagem de emergência quando estudada a influência da salinidade da água na sua germinação (CAVALCANTI et al., 2005).

Conforme resultados do teste F dos dados (Tabela 3), constata-se haver efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação sobre as variáveis, número de folhas, diâmetro de caule e altura de planta aos 46 e 108 dias após o semeio, assim como para a área foliar específica aos 120 DAS. Em relação ao fator doses de adubação nitrogenada verifica-se haver efeito significativo para as variáveis NF aos 46 DAS, DC e AP aos 108 DAS. Já a interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e dose de adubação nitrogenada) promoveram efeito significativo sobre o NF aos 46 DAS, DC aos 46 e 108 DAS, e sobre a AFE aos 120 DAS. Ao estudar os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada no crescimento e floração do girassol Nobre et al. (2010) também verificaram não haver interação entre os fatores.

Tabela 3. Resumo do teste F para número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC) e altura de planta (AP) aos 46 e 108 dias após o semeio (DAS) e, área foliar específica (AFE) da mamoneira aos 120 DAS, em função de diferentes níveis da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.

Fonte de Variação	Teste F						
	NF		DC (mm)		AP (cm)		AFE (cm ² g ⁻¹)
	46 DAS	108 ¹ DAS	46 DAS	108 DAS ¹	46 DAS	108 DAS	120 DAS ¹
Salinidade da água (S)	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	*	ns	ns	ns	ns	**	ns
Doses nitrogênio (N)	**	ns	ns	*	ns	**	ns
Reg. Linear	**	-	-	**	-	*	-
Reg. Quadrática	ns	-	-	ns	-	ns	-
Interação (S x N)	*	ns	*	**	ns	ns	*
Bloco	ns	*	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	15,48	20,27	5,84	7,45	9,76	15,96	14,31

ns, **, *: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ¹ para dados transformados em raiz de x.

De acordo com o teste F (Tabela 3), a interação entre salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio afetou ($p < 0,05$) o NF apenas aos 46 DAS, onde se constata conforme modelo linear (Figura 3A), decréscimo do NF das plantas adubadas com 50, 75, 100, 125 e 150% de N na ordem de 8,54; 9,42; 10,28; 10,40 e 13,33% respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções equivalentes de 34,15; 37,70; 41,11; 41,62 e 53,32% no NF das plantas irrigadas com CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação as sob CEa de 0,4 dS m⁻¹. Apesar do decréscimo do NF com aumento da CEa, constata-se (Figura 3A) que até a CEa de 2,4 dS m⁻¹, as plantas que estavam submetidas as maiores doses de N promoveram maior produção de folhas.

O estresse salino tende a promover alterações morfológicas e anatômicas como a redução do numero de folhas, devido à menor disponibilidade de água as plantas (OLIVEIRA et al., 2011). Alves et al. (2012) verificaram redução linear do NF, sendo de 7,67% por incremento unitário da CEa aos 40 DAS na mamoneira cultivar BRS Energia.

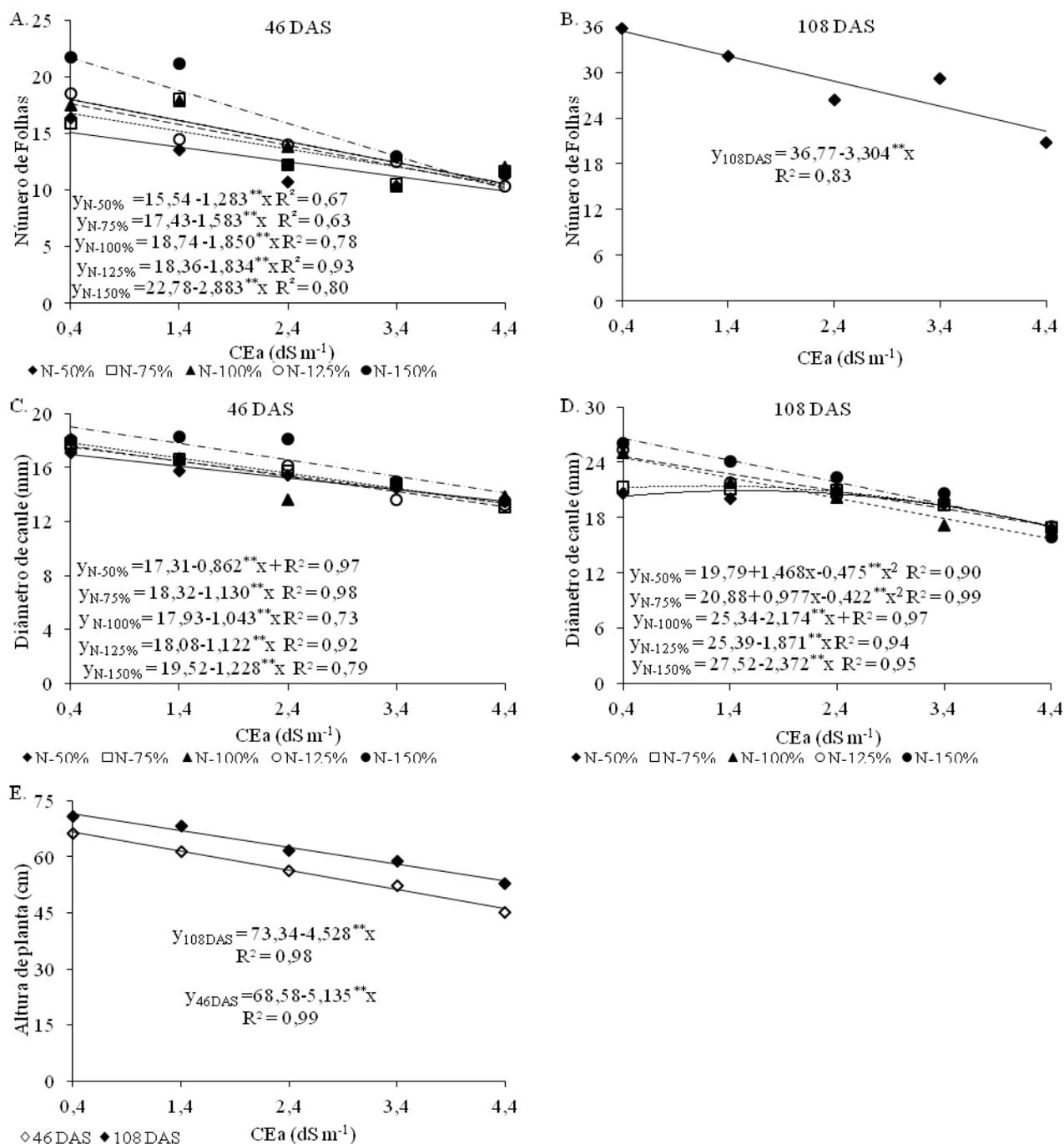


Figura 3. Número de folhas (A e B), Diâmetro de caule (C e D) e Altura de planta (E) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e doses de adubação nitrogenada nas diferentes épocas (DAS). Pombal, PB, 2013.

Aos 108 DAS verifica-se que apenas o fator salinidade da água afetou ($p < 0,01$) o NF (Tabela 3), onde conforme a equação de regressão (Figura 3B), o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor, foi o linear, indicando decréscimo do NF de 9,32% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 37,28% (13,22 folhas) do NF das plantas irrigadas com água de

4,4 dS m⁻¹ em relação as submetidas a 0,4 dS m⁻¹. Silva et al. (2008) verificaram redução linear do número de folhas da mamoneira cv. BRS Energia de 7,5% por incremento unitário da CEa aos 80 após a germinação, já às plantas submetidas à CEa de 6,7 dS m⁻¹ aos 100 DAS obtiveram uma redução no NF de 72,1% comparadas às irrigadas com água de 0,7 dS m⁻¹.

Constata-se na Tabela 3 que a interação (S x N) afetou o diâmetro do caule da mamoneira aos 46 DAS (p<0,05) e aos 108 DAS (p<0,01). Pelas equações de regressão (Figura 3C) referente ao DC aos 46 DAS, o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor, foi o linear, ocorrendo decréscimos do DC das plantas adubadas com 50, 75, 100, 125 e 150% de N de 5,08; 6,32; 5,96; 6,36 e 6,45%, respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 3,45; 4,52; 4,17; 4,49 e 4,91 mm no DC das plantas irrigadas com CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação a testemunha. Aos 108 DAS conforme estudos de regressão (Figura 3D), verifica-se efeito quadrático para as doses 50 e 75% de N indicando que os maiores valores do DC (2,12 cm) foram obtidos, respectivamente, com CEa de 1,60 e 1,30 dS m⁻¹. Em relação às plantas submetidas às doses de 100, 125 e 150% de N (Figura 3D) houve efeito linear e decrescente no DC na ordem de 8,88; 7,59 e 8,93%, respectivamente, por aumento unitário da CEa ou seja, redução de 8,70; 7,59 e 8,93 mm no DC das plantas irrigadas com CEa de 4,4 dS m⁻¹ quando comparadas com as sob CEa de 0,4 dS m⁻¹. Em virtude do maior efeito osmótico externo à raiz e restrição ao fluxo de água do solo para as plantas o excesso de sais na zona radicular das plantas exerce efeitos nocivos no crescimento (RHOADES et al., 2000). Também foi verificado efeito linear e decrescente da CEa sobre o DC de cultivares de mamoneira, constatando redução de 9,1 e 9,8% por incremento unitário da CEa respectivamente aos 80 e 100 DAS em ensaio conduzindo em ambiente protegido (SILVA et al., 2008).

Nota-se (Figura 3D) que o incremento salino promoveu decréscimos no DC das plantas adubadas com doses crescentes de N, entretanto, conforme equações, quando se submeteram as plantas a irrigação com CEa até 3,4 dS m⁻¹, as que estavam sob adubação de 125 e 150% de N, tiveram os maiores DC. A fertilização nitrogenada reduz o efeito da salinidade e promove o crescimento das plantas (DING et al., 2010) por causa da acumulação desse solutos elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e fazer com que as culturas aumentem sua resistência ao estresse hídrico (SILVA et al., 2008).

Observa-se (Tabela 3) a ocorrência de efeitos significativos (p<0,01) dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a AP de mamoneira avaliadas aos 46 e 108 DAS e conforme equações de regressão, o modelo linear indica decréscimos da AP de 6,33 e 7,72%

aos 46 e 108 DAS, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 3E), ou seja, decréscimo da AP de 30,88% (20,54 cm) aos 46 DAS e 25,32% (18,19 cm) aos 108 DAS nas plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação a testemunha. Silva et al. (2008) ao realizar experimento em casa de vegetação com as cultivares de mamoneira BRS Energia e BRS Paraguaçu, verificaram que aos 100 DAS houve redução média da altura das plantas irrigadas com CEa de 6,7 dS m⁻¹ de 62,92% em relação as sob CEa de 0,7 dS m⁻¹, apontando deste modo a mamoneira como sensível ao estresse salino.

De acordo com Garcia et al. (2010) o incremento dos níveis de salinidade do solo promovem redução do potencial osmótico do solo, podendo causar resistência à absorção de água pelas plantas, como consequência, a redução no crescimento e desenvolvimento das plantas. A consequência do aumento da salinidade na solução do solo é a diminuição da disponibilidade e da absorção de água, afetando a divisão e o alongamento das células (TESTER e DAVENPORT, 2003) diminuindo, assim, a altura e diâmetro do caule da planta.

Constata-se (Tabela 3) que a interação (S x N) promoveu efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre a área foliar específica (AFE) e, de acordo com as equações de regressão (Figura 4) verifica-se resposta quadrática das plantas adubadas com 50 e 125% de N indicando que os maiores valores de AFE (96,5 e 124,5 cm² g⁻¹) foram obtidos, respectivamente, com CEa de 4,3 e 2,9 dS m⁻¹. Em relação às plantas submetidas as dosagem de 100 e 150% de N (Figura 4) houve efeito linear e crescente na AFE na ordem de 98,0 e 51,4% respectivamente, por aumento unitário da CEa ou seja, incremento de 103,72 e 82,08 cm² g⁻¹ na AFE quando submeteram-se as plantas a CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação a testemunha (0,4 dS m⁻¹). O nitrogênio desempenha função estrutural nas plantas, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, e além disso, vários estudos mostram que o acúmulo desses solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino, por isso esse efeito pode ser atribuído às funções do nitrogênio nas plantas (SILVA et al., 2008). A alta razão superfície/volume no interior da folha que provavelmente causa esse aumento na AFE com o incremento salino (DORNHOFF e SHIBLES, 1970), ocorre devido às reduções mais expressivas na taxa de expansão foliar quando comparada com o acúmulo de fitomassa seca, sendo essa no sentido de minimizar as perdas de água por transpiração, tornando-se uma forma de adaptação. Pinto et al., (2008) verificaram aumento na AFE na ordem de 19,39% nas plantas sob déficit hídrico, confrontadas com as plantas túrgidas em duas cultivares de mamoneira (BRS 149 Nordestina e Mirante 10) em experimento conduzido em casa de vegetação, onde se avaliou o efeito da deficiência hídrica durante a fase vegetativa.

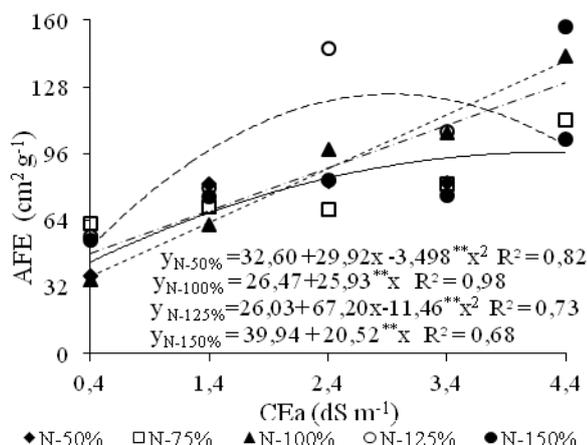


Figura 4. Área foliar específica (AFE) da mamoneira em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e doses de adubação nitrogenada aos 120 dias após o semeio. Pombal, PB, 2013.

Conforme os resultados do teste F (Tabela 4) vê-se que a salinidade da água de irrigação afetou ($p < 0,01$) o NSRP e o NRP. Já o fator dose de nitrogênio influenciou de forma significativa apenas o NRP e a interação entre os fatores não promoveram efeito significativo sobre estas variáveis.

O NSRP foi a variável mais afetada ($p < 0,01$) pelo aumento do nível de salinidade da água de irrigação, havendo declínio linear de 18,27% (Figura 5), respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, redução do NSRP de 73,09% (156,12 sementes) nas plantas irrigadas com água de 4,4 dS m⁻¹ em relação ao menor nível salino (0,4 dS m⁻¹). O estresse oxidativo na planta ocasiona a inibição do crescimento da plantas devido ao estresse salino progressivo que pode estar relacionada ao desvio de energia em decorrência do aumento dos níveis de salinidade do solo, podendo ir além de uma simples redução no potencial hídrico no solo até injúria celular, resultando na diminuição no número e peso de frutos e sementes, influenciando diretamente a produção da cultura (GARCIA et al., 2007).

Tabela 4. Resumo do teste F para número de sementes no racemo primário (NSRP) e número de racemos por planta (NRP) de mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.

Fonte de Variação	Teste F	
	NSRP ¹	NRP
Salinidade da água (S)	**	**
Reg. Linear	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns
Doses nitrogênio (N)	ns	**
Reg. Linear	-	**
Reg. Quadrática	-	ns
Interação (S x N)	ns	ns
Bloco	ns	ns
CV (%)	16,50	29,2

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

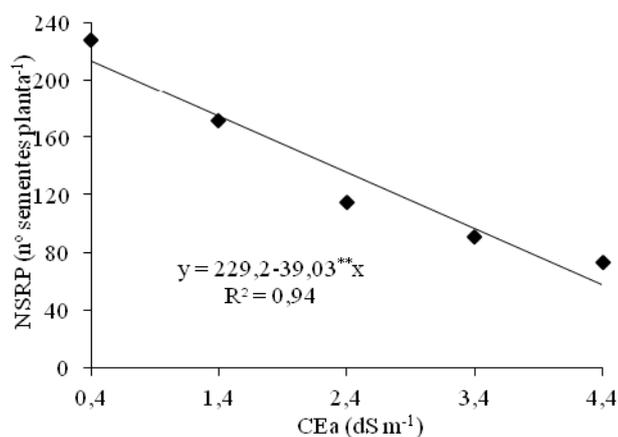


Figura 5. Número de sementes no racemo primário – NSRP da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal, PB, 2013.

Silva et al. (2008) quando estudou a irrigação com água de CEa variando de 0,7 a 6,7 dS m⁻¹ sobre a produção de cultivares de mamoneira (BRS Energia e BRS Paraguaçu) observaram que acima de 4,7 dS m⁻¹ as plantas não frutificaram e que o incremento salino reduziu o número e a massa de frutos, e a massa de sementes, com redução de 96,8% na massa de sementes do racemo primário das plantas sob CEa de 4,7 dS m⁻¹ em comparação as sob CEa de 0,7 dS m⁻¹.

Os distintos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as doses de adubação nitrogenada promoveram efeitos significativos ($p < 0,01$) sobre o NRP com efeito linear decrescente da CEa sobre o NRP, com decréscimo de 14,2% por incremento unitário da CEa, ou seja, redução de 56,7% no número de racemos das plantas irrigadas com CEa de 4,4 dS m⁻¹ em relação à testemunha (Figura 6A). A planta terá maior dificuldade para absorver água no solo, com o aumento da salinidade, devido o potencial total de energia da mesma no

solo se torna cada vez mais negativo, e mesmo com sua presença no solo, a produção da cultura terá resposta negativa, pois a planta terá maior dificuldade para absorvê-la (AYERS & WESTCOT, 1999).

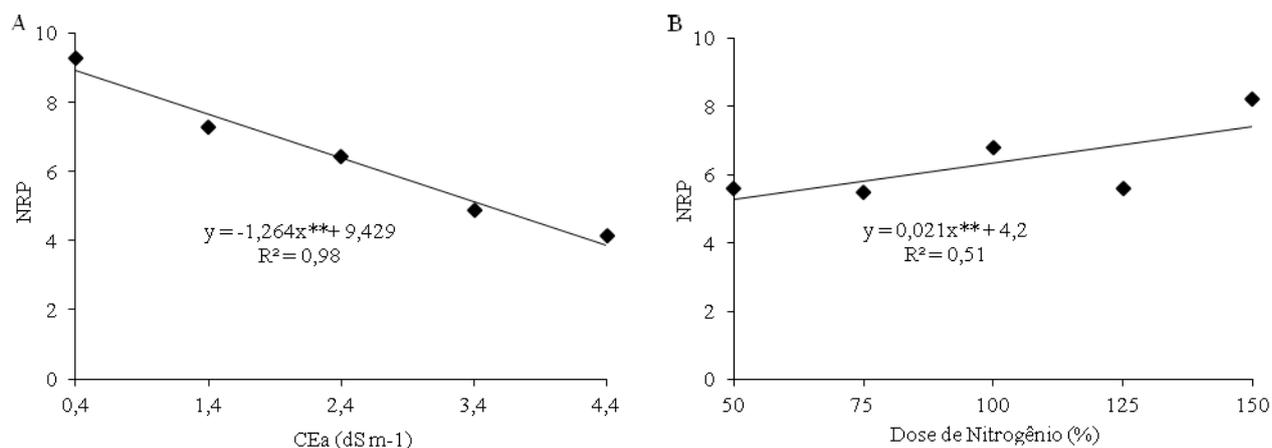


Figura 6 – Número de racemos por planta (NRP) de mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e doses de nitrogênio (B). Pombal, PB, 2013.

Quanto ao fator dose de nitrogênio, observa-se resposta linear e crescente, havendo incremento no NRP de 7,1% com aumento de 25% da dose de nitrogênio estudada, obtendo o maior número de racemos por planta (7,4) quando submetida à dose de N de 150% (Figura 6B). Nóbrega et al. (2001) constatou que o número de racemos por planta de mamoneira é considerado baixo quando menor que 3; médio, entre 3 e 7, e alto quando maior que 7. Desta forma, verifica-se que as plantas submetidas a CEa de até 1,9 dS m⁻¹ e doses de nitrogênio superiores a 134% tiveram alta produção de racemos, com os demais tratamentos com média produção de racemos. Já Silva et al. (2007) trabalhando com adubação nitrogenada em cobertura no híbrido Sara de mamoneira, não constataram efeito significativo do N sobre o NRP; como o citado estudo foi em condição não salina, significa que a aplicação de nitrogênio em condição de estresse salino pode superar efeitos negativos da salinidade.

O componente de produção NRP foi afetado positivamente e de forma significativa pelo aumento da adubação na mamoneira sob fertilização com distintas doses de cama de galinha (SANTOS et al., 2010). A mesma constatação foi obtido por Severino et al. (2006) ao estudar a mamoneira sob doses crescentes de esterco bovino. Não foi encontrada interação entre os fatores efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio no crescimento inicial da mamoneira (LIMA et al., 2011).

6. CONCLUSÕES

1. A partir da salinidade da água de irrigação de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ houve decréscimos linear da percentagem de emergência, do índice de velocidade de emergência, do número de folhas, da altura de planta e do diâmetro de caule da mamoneira cv. BRS Energia.
2. Doses crescentes de nitrogênio atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação, até o nível de $2,4 \text{ dS m}^{-1}$ promovendo maior área foliar específica da mamoneira cv. BRS Energia aos 120 DAS.
3. O número de sementes do racemo primário da mamoneira foi a variável mais sensíveis ao estresse salino, ocorrendo redução de 18,3% por aumento unitário da condutividade elétrica de água de irrigação.
4. A interação entre salinidade da água e doses de N foi significativa para número de folhas, diâmetro de caule, tendo as doses crescentes de nitrogênio atenuado o efeito negativo da salinidade da água, até o nível de $2,4 \text{ dS m}^{-1}$.
5. Condutividade elétrica da água de irrigação até $1,9 \text{ dS m}^{-1}$ e doses de nitrogênio a partir de 134% da recomendada favorecem maior número de racemos por planta.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADITAL. Brasil - **Mamona, biocombustível e agricultura familiar no semiárido**. Disponível em: <<http://www.adital.org.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=31823>>. Acesso em 25 ago. 2013.

ALMEIDA, A. P. et al. Desenvolvimento e produção da variedade de mamona BRS-188 sob diferentes níveis e fontes de macronutrientes. **Revista Pesquisa**, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2007.

ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; UYEDA, C. A.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G., CARDOSO, J. A. F. Uso de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira BRS-Energia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.6, n. 2, p. 151-163, 2012.

ASPÁSIA, C. et al. **Meio Ambiente Brasil: Avanços e obstáculos pós-Rio 92**. FGV, Instituto Socioambiental, Estação Liberdade: Rio de Janeiro, 2002.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 218 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

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.

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).

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância de seu cultivo no Brasil. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande: Embrapa Algodão, n. 31, p. 7. 1999.

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, R. L. S. de.; QUEIROZ, W. N. de.; QUEIROZ, W. C. de. Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; BELTRÃO, N. E. de. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão (Campina grande, PB) 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, p.45, 2007.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 488 p.

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

CAVALCANTI, M. L. F. et al. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.57-61, 2005.

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

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

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 Physis**, v.98, n.1, p.21-30, 2004.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 129-140, 2010.

DIAS, N. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2004. 110p. (Tese de Doutorado).

DING, X.; TIAN, C.; ZHANG, S.; SONG, J.; ZHANG, F.; MI, G.; FENG, G. Effects of NO_3^- -N on the growth and salinity tolerance of *Tamarix laxa* Willd. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 331, n. 01-02, p. 57-67, 2010.

DORNHOF, G.M.; SHIBLES, R.M. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. **Crop Science**, v.10, p.42-45, 1970.

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: 25 de agosto 2013.

EMBRAPA, Zoneamento da Mamona no Nordeste, Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/zoneamento.html>. Acesso em: 02/08/2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). **Manual e métodos de análise de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: centro nacional de pesquisa se solos, p. 212, 1997.

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 cultivres. 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.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). **Water resource, development and management service**. 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

FARIAS, S. G. G. et. al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4.6 – Sistema de análise estatísticas**. Lavras: UFLA, P. 32, 2003.

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

FLORES, P.; BOTELLA, M.A.; MARTNEZ, 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.

FREIRE, M.B. dos S; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ, V.H.; FREIRE, J.F. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.227-232, 2003.

FULLER, W. H. **Water soil and crop management, principles for the control of salts**. Tucson: University of Arizona. 1967. 21 p. (University of Arizona. Bulletin, A – 23).

GARCIA, G. de O.; NAZÁRIO, A.A.; MORAES, W.B.; GONÇALVES, I.Z.; MADALÃO, J.C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.18, n.4, 2010.

GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Idesia**, v. 25, n. 5, p.93-106, 2007.

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

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A.; SANTOS, H. F. (Editores). **Reúso de Água**. Barueri: Manole, 2003. cap. 3 p. 37-95.

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

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

LIMA, G.S.; SOARES, L.A.A.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SILVA, S.S. Crescimento inicial da mamoneira sob diferentes salinidades da água de irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.201-209, 2011.

LIRA JÚNIOR, J. S. **Salinidade na água de irrigação: efeitos sobre a germinação e desenvolvimento do feijão caupi**. 2002. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.

LOGAN, J. **Interpretação de análises químicas da água**. Recife: USAID, 1965. 67 p.

MASCENA, A.M.; BRANDÃO, E.D.; CARVALHO, C.M. de; BEZERRA, A.K.P.; VASCONCELOS, R.S.; SOARES, A.S.N. Diagnóstico da qualidade da água de irrigação de diferentes fontes hídricas na região do Cariri cearense. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, Goiânia. **Anais...** Viçosa: ABID, 2006. (CD-ROM).

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

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.).Casto. New Delhi: Amerind, 1986.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 03, p. 645-663, 2005.

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 Agronômica**, Fortaleza v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

NÓBREGA, M.B. de M.; ANDRADE, F.P.; SANTOS, J.W.; LEITE, E.J. Germoplasma. In: Azevedo, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.257-280.

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.p.347-352, 2005.

OLIVEIRA, F. A.; CARRILO, M. J. S.; MEDEIROS, J. F.; MARACÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n.8, p.771-777, 2011.

PINTO, C. de M. et al. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.3, p.429-436, 2008.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. 2. ed. Madrid: Editorial Española S.A., 1985. 542p.

Produção e Produtividade da mamoneira em 2009. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 08 de agosto de 2013.

RHOADES, J. D. LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: Steward, B. A, Nielsen, D.R. (ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society Agronomy. cap.9, p.31-67. Agronomy, 30. 1990.

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: UFCG. 2000. (FAO. Estudos de irrigação e drenagem, 48).

RIBEIRO, S. et al. 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.

RODRIGUES, R. F. de O.; OLIVEIRA, F. de; FONSECA, A. M. As folhas de palma Christi – *Ricinus communis* L. Euphorbiaceae Jussieu. Revisão de conhecimentos. **Revista Lecta**, Bragança Paulista, v. 20, n. 2, p. 183-194, jul./dez. 2002.

SANTOS, J.F. dos; GRANGEIRO, J.I.T.; OLIVEIRA, M.E.C. de O. Produção da cultura da mamoneira em função da fertilização com cama de galinha. **Engenharia Ambiental**, v.7, p.169-180, 2010.

SANTOS, R. F. dos.; BARROS, A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**: EMBRAPA-SPI, 2001. p.17-35.

SANTOS, R. V. dos. **Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 1995. 120f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. (Tese de Doutorado).

SANTOS, R. V. dos; TERTULIANO, S. S. X. Crescimento de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.239-242, 1998.

SAVY FILHO, A. **Mamona Tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105p.

SEVERINO, L.S.; et al. **Método para determinação da área foliar da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2005. 20p.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M. **Composição química de 11 materiais orgânicos utilizados para produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 4 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 278)

SHANNON, M. C. Adaptation of plants of salinity. **Advances in Agronomy, San Diego**, v.60, n.1, p.75-120, 1997.

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

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAUJO, F.P.; MELO, N.F.; AZEVEDO NETO, A.D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.

SILVA, F. A. M.; et al. **Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (Myracrodruon urundeuva) cultivadas em solução nutritiva**. *Cerne*, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.

SILVA, J. V. et al. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n. 02, p. 99-105, 2003.

SILVA, S. M. S. et al. Germinação e crescimento inicial de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, Suplemento, p.347-352, 2005.

SILVA, S.M.S. et al. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.335-342, 2008.

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, p.1357-1359, 2007.

SILVA, V.; LIMA, J.F.; PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M.F.S.P.; LEDO, C.A.S. Desenvolvimento de cultivares de *Ricinus communis* L. no Recôncavo Baiano. **Magistra**, Cruz das Almas, v.23, n.1-2, p.25- 31, 2011.

SOUZA JÚNIOR, 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, p.236-241, 2005.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE- Departamento de Recursos Naturais. **Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do nordeste do Brasil**- FASE I- Síntese do diagnóstico. Volume XIV. Recife, 1980

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.5, p.503-527, 2003.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p.

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 University University Press, cap.12, p.217-234, 1989.