



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

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MAMONEIRA  
CULTIVADA COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE  
NITROGÊNIO**

ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA

POMBAL - PB  
SETEMBRO DE 2013

ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MAMONEIRA  
CULTIVADA COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE  
NITROGÊNIO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências para se obter, o grau de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

POMBAL - PB  
SETEMBRO DE 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- S586m Silva, Alexsandro Oliveira da.  
Morfofisiologia e produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio / Alexsandro Oliveira da Silva. – Pombal, 2015.  
47 f.:
- Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2015.
- "Orientação: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre".
- Referências.
1. *Ricinus communis* L.(Mamona)
  2. Condutividade elétrica.
  3. Salinidade. I. Nobre, Reginaldo Gomes. II. Título.

CDU 633.8(043)

ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MAMONEIRA  
CULTIVADA COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE  
NITROGÊNIO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências para se obter, o grau de Bacharel em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA:

---

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

---

**Examinador:** Lauriane Almeida dos Anjos  
Mestranda em Irrigação e Drenagem/UFCG

---

**Examinador:** Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito  
Universidade Federal de Campina/CCTA/UAGRA

Aos meus pais, Manuel Antonio da Silva, Maria Neide de Oliveira Silva.  
Aos meus irmãos, José Carlos, Carleide, Carlucia, Carliceline, Marcos,  
Jucelia, Macelle, Manacelio, Ana Lucia, e Kelly.  
A todos os cidadãos do sertão da Paraíba, em especial os agricultores.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

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

A minha família por sempre me apoiar.

Ao Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre, pelos os seus ensinamentos e exemplo como profissional.

Aos examinadores, Lauriane Almeida dos Anjos Soares e Marcos Eric Barbosa Brito, que se deporão a participar.

Aos funcionários da UFCG Pombal, deis do mais humilde até o mais graduado.

Quero conclui agradecendo a todos que de forma direta ou indireta, contribuirão para a conclusão desse curso, que foi não só o acúmulo de conhecimento técnico, mais também de vida, e com isso espero levar para os meus irmãos sertanejos os meus serviços.

# SUMÁRIO

	<b>Pag.</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2. Objetivo Geral .....	14
2. Objetivos Específicos .....	14
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
3.1. A cultura da mamona .....	15
3.2. Escassez, fontes alternativas de recursos hídricos .....	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 culturas ao estresse salino .....	20
3.6. Adubação de cultivos .....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1. Caracterização da área experimental .....	22
4.2. Delineamento Experimental e tratamentos .....	22
4.3. Cultivar .....	22
4.4. Condução do Experimento e instalação .....	22
4.5. Preparo das águas com distintos níveis salinos para uso na irrigação .....	24
4.6. Descrição das variáveis avaliadas .....	24
4.6.1. Variáveis de crescimento .....	25
4.6.1.1. Altura da planta (AP) .....	25

4.6.1.2. Área Foliar (AF) .....	25
4.6.1.3. Diâmetro do caule (DC) .....	25
4.6.1.4. Taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) .....	25
4.6.2. Variáveis de produção .....	26
4.6.2.1. Número de dias para emissão do racemo primário (NDRP) .....	26
4.6.2.2. Massa de sementes do racemo primário (MSRP) .....	26
4.6.2.3. Massa de sementes total (MSemT) .....	26
4.7. Análise dos dados .....	27
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1:</b> Altura de planta da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS). Pombal, PB, 2013.....	<b>30</b>
<b>Figura 2:</b> Diâmetro de caule da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS) Pombal, PB, 2013.....	<b>31</b>
<b>Figura 3:</b> Área foliar da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B), aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS). Pombal, PB, 2013.....	<b>32</b>
<b>Figura 4:</b> Taxa de crescimento absoluto - TCAap (A) e relativo - TCRap (B) para altura de plantas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação – CEa, no período de 30 a 40 dias após a semeadura (DAS). Pombal, PB, 2013.....	<b>34</b>
<b>Figura 5:</b> Número de dias para emissão do racemo (NDR) primário (NDRP) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e das doses de adubação nitrogenada (B). Pombal, PB, 2013.....	<b>37</b>
<b>Figura 6:</b> Massa de sementes no racemo (MSR) primário (MSRP) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa. Pombal, PB, 2013.....	<b>37</b>
<b>Figura 7:</b> Massa de sementes total (MSemT) da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa. Pombal, PB, 2013.....	<b>38</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
<b>Quadro 1:</b> Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2013.....	<b>23</b>
<b>Tabela 1:</b> Resumo da análise de variância, referente à altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar (AF), aos 30 e 60 DAS e taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) da altura das plantas de mamoneira no período de 30 a 40 DAS, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, em diferentes. Pombal, PB, 2013.....	<b>28</b>
<b>Tabela 2:</b> Resumo da análise de variância para número de dias para emissão do racemo primário (NDRP), massa de sementes do racemo primário (MSRP) e massa de sementes total (MSemT) da mamoneira sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.....	<b>36</b>

## RESUMO

A mamoneira é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, cujos produtos e subprodutos são utilizados na indústria rícino química e na agricultura. Neste sentido, objetivou-se avaliar os componentes de crescimento e produção da mamoneira cv. BRS Energia, irrigada com água de diferentes salinidades e adubada com distintas doses de nitrogênio, a qual foi cultivada em lisímetros sob condições de campo. Estudou-se o efeito de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,2; 2,1; 3,0 e 3,9 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro doses de adubação nitrogenada- DN (70; 100; 130 e 160% da dose de N recomendada para ensaios em vasos- 100 mg kg<sup>-1</sup>). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em arranjo fatorial 5x4, com três repetições, resultando em 20 tratamentos, sendo as unidades experimentais distribuídas em fileira simples espaçadas de 0,9 m entre fileiras e 0,7 m entre plantas dentro da fileira. A irrigação com águas salinas reduz o crescimento e a produção da mamoneira, observado pela redução na altura de planta, diâmetro caulinar, área foliar, massa de sementes do racemo primário as variáveis mais prejudicadas. A taxa de crescimento absoluto e relativo das plantas aumentou respectivamente, com o nível salino das águas de 1,9 a 3,9 dS m<sup>-1</sup> no intervalo de 30 a 40 dias após a semeadura. Doses crescentes de nitrogênio até 160% da dose indicada proporciona aumento na área foliar da mamoneira BRS Energia. O incremento salino da água de irrigação prolonga o período para a emissão do racemo primário da mamoneira, sendo este aumentado em dez dias quando se usa água de CEa igual a 3,9 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras chaves:** *Ricinus Communis L.*, Condutividade elétrica, salinidade.

## ABSTRACT

The castor bean is an oil of relevant economic and social importance, whose products and by-products are used in castor chemical industry and agriculture. In this sense, objetivou- to evaluate the growth and production of castor bean components cv. BRS Energy, irrigated with water of different salinities and fertilized with different nitrogen rates, which was grown in lysimeters under field conditions. We studied the effect of five levels of electrical conductivity of irrigation water - CEa (0.3; 1.2; 2.1; 3.0 and 3.9 dS m<sup>-1</sup>) associated with four doses of fertilizer nitrogenada- DN (70; 100; 130 and 160% of the recommended dose for N tests vasos- 100 mg kg<sup>-1</sup>). We used the experimental design of randomized blocks in a factorial arrangement 5x4, with three replications, resulting in 20 treatments, and experimental units distributed in single row spaced 0.9 m between rows and 0.7 m between plants within the row . The irrigation with saline waters reduces the growth and production of castor bean, observed by reduced plant height, stem diameter, leaf area, Seed mass of primary raceme the most affected variable. The absolute and relative growth rate of plants increased respectively with saline water levels from 1.9 to 3.9 dS m<sup>-1</sup> in the range of 30 to 40 days after sowing. Increasing nitrogen levels up to 160% of the recommended dose provides increased leaf area of castor bean BRS Energy. The saline irrigation water increased prolongs the period for issuing the primary raceme of castor, being increased in ten days when using CEa of water equal to 3.9 dS m<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., electrical conductivity, salinity.

## 1. INTRODUÇÃO

Cerca de 40% de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural, no entanto, essas fontes são limitadas e com previsão de esgotamento no futuro, portanto, a busca por fontes de energia alternativas e de preferência renováveis é de suma importância. Neste contexto, os óleos vegetais aparecem como opção para substituição ao óleo diesel em motores de ignição por compressão (MENEZES e ANTUNES, 2005).

O cultivo de espécies oleaginosas constitui alternativas em apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e socioambientais (RAMOS et al., 2003). Sendo assim, a mamoneira surge como oleaginosa de relevante importância econômica e social, cujos produtos e subprodutos são utilizados na indústria ricinoquímica, na agricultura e como fonte de energia renovável (AZEVEDO e LIMA, 2001).

A cultura da mamona apresenta grande potencial de cultivo no Brasil, particularmente na região Nordeste que, segundo levantamento realizado pela Embrapa, dispõe de mais de 4,5 milhões de hectares de terras com aptidão para a exploração econômica. É exatamente nesta região, em particular no Estado da Bahia, onde o cultivo desta oleaginosa tem concentrado, mais de 90% da área cultivada no País e onde também, os sistemas de produção existentes e utilizados pelos produtores ainda são, de certa forma, pouco tecnificados (EMBRAPA, 1997a).

A irrigação é a principal atividade agrícola consumidora de água e o seu manejo eficiente poderá resultar em economia de recursos hídricos e energéticos, otimização dos insumos agrícolas e em maior retorno econômico, além de ser um dos fatores que mais limitam a produção biológica e econômica das culturas; como a região semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada por apresentar precipitações pluviométricas irregulares aliadas às altas demandas evaporativas proporcionam déficits hídricos na maioria dos meses do ano, neste sentido, faz-se necessário a prática de irrigação é de suma importância para se ter uma produção agrícola sustentável (NÁPOLES, 1998).

Em função da escassez hídrica, o uso de água salina na agricultura deve

ser considerado como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água, principalmente nas regiões semiáridas, como por exemplo, no Nordeste Brasileiro (RHOADES, et al., 2000).

As plantas não respondem igualmente aos efeitos do estresse salino sendo que normalmente este inibe o crescimento das plantas em função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos sais e, aos efeitos indiretos de íons específicos. Entretanto, tais efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER & DAVENPORT, 2003).

Aliada a irrigação, a adubação é tida como uma das principais tecnologias usadas para aumento da produtividade e da rentabilidade das culturas, sendo o nitrogênio, um dos principais macronutrientes responsáveis por esse aumento e um dos exigidos em maior quantidade pelas culturas agrícolas (CHAVES et al., 2011). Conforme Flores et al. (2001) a alta dependência por N ocorre devido às funções no metabolismo das plantas, participando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas. O N tem como principal fonte o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), sendo este mais abundante do que o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em torno das raízes; entretanto, a solução do solo frequentemente apresenta baixas concentrações de  $\text{NO}_3^-$ , o que limita o crescimento da planta.

Diante da evidente necessidade do uso de águas de qualidade inferior na produção agrícola e da necessidade de maiores informações sobre a interação entre salinidade da água e nutrição das plantas, são necessárias pesquisas que propiciem a continuidade da exploração de forma sustentável da agricultura.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar o comportamento em termos de variáveis de crescimento e produção da mamoneira irrigada com água de diferentes salinidades e adubada com distintas doses de nitrogênio.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Estudar o crescimento e desenvolvimento da mamoneira cv. BRS Energia, irrigada com águas de diferentes níveis salinos e doses de nitrogênio.
- Avaliar componentes de produção da mamoneira em função da interação (salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio).
- Encontrar a dose de nitrogênio e o nível salino que promovam melhores resultados na exploração racional da mamoneira em condição de semiárido.
- Contribuir para a conservação dos recursos hídricos e de solo.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. A cultura da mamona

De acordo com Beltrão (2005) a mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta de origem tropical, possivelmente da Etiópia, leste da África, bastante resistente à seca e heliófila requerendo para expressar seu potencial produtivo, pelo menos 500 mm de chuvas para o seu crescimento e desenvolvimento, temperatura do ar entre 20 e 30°C, de preferência com altitude superior a 400 m. Está produz bem em diferentes tipos de solos, exceto nos muito argilosos sujeitos a encharcamento, salinos e/ou sódicos, com elevado teor de sódio trocável (SILVA et al., 1994).

A mamoneira pertence à família *Euphorbiaceae*, que engloba vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical. É uma planta de hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos), podendo ou não possuir cera no caule e pecíolo. Os frutos, em geral, possuem espinhos e, em alguns casos, são inermes. As sementes apresentam-se com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração. O óleo de mamona ou de rícino, extraído pela prensagem das sementes, contém 90% de ácido graxo ricinoléico, o qual confere ao óleo características singulares, possibilitando ampla utilização industrial, tornando a mamoneira de importante potencial econômico e estratégico ao País. Além destas características, tem-se ainda a possibilidade de exploração da torta de mamona para ser utilizada como adubo orgânico (SAVY FILHO, 2005).

No ano de 2004, o Governo Federal direciona suas ações buscando reduzir a dependência brasileira de petróleo através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Este Programa tem por objetivo estimular a produção de biodiesel a partir de diversas fontes oleaginosas, entre elas a mamoneira, e em regiões diversas do território nacional, de forma sustentável e promovendo a inclusão social, além de garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; sua concepção está baseada em uma base tecnológica que sustenta três visões: ambiental, social e mercadológica. (IBICT, 2006).



O biodiesel é um combustível biodegradável que pode ser derivado de fontes renováveis tanto de origem animal quanto vegetal. Incluem-se, entre as alternativas de matérias-primas provenientes de animais, aquelas obtidas do sebo bovino, suíno e de aves. Os insumos vegetais são os derivados de óleos de plantas como soja, mamona, colza (canola), palma (dendê), girassol, amendoim, pinhão manso, dentre outras (CHING, 2007).

O principal produto da mamona é o óleo extraído das suas sementes; este é conhecido no Brasil como óleo de rícino ou, internacionalmente, como castor oil. O óleo de mamona, cujo principal componente é o ácido ricinoléico, apresenta moléculas com propriedades bastante flexíveis e estrutura, de certa forma, incomum entre os ácidos graxos existentes nos óleos vegetais. Estas características conferem ao óleo da mamona propriedades especiais, permitindo a sua utilização em mais de 400 processos industriais tais como na produção de anticongelantes de combustível de avião e espaçonaves, revestimento de poltronas e paredes de avião (não queima com facilidade nem libera gases tóxicos), componentes de automóveis, lubrificantes, resinas, tintas, cosméticos e medicamentos. Outras aplicações de grande valor econômico deste óleo são a fabricação do nylon e da matéria plástica onde o seu emprego é considerado indispensável (AZEVEDO e LIMA 2001).

### **3.2. Escassez, fontes alternativas de recursos hídricos**

A água é um recurso essencial à sobrevivência de todos os seres vivos e o seu fornecimento em quantidade e qualidade é fundamental para a perfeita manutenção da vida humana. Em termos quantitativos, o volume total de água existente na Terra é constante e apenas 2,5% deste é água doce; contudo, da parcela de água doce, somente 0,3% constitui a porção superficial de água presente em rios e lagos, as quais estão passíveis de exploração e uso pelo homem (SHIKLOMANOV, 1997).

A escassez dos recursos hídricos nas regiões áridas e semiáridas envolve aspectos quantitativos e qualitativos, causando restrições de uso para o consumo humano, animal e irrigação (MEDEIROS et al., 2003). Nessas regiões, é também comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração de sais e principalmente o sódio - dois fatores que reduzem a

qualidade desse recurso para utilização na agricultura (NEVES et al., 2009). O uso de práticas que visem à utilização de águas de qualidade inferior deve ser adotado no manejo de cultivos, haja vista que a salinidade do solo progride quando a quantidade de sais que nele é incorporada pela água de irrigação se torna maior que a quantidade removida pela água de drenagem (SCALLOPI e BRITO, 1986).

A região semiárida brasileira apresenta elevada taxa de evapotranspiração, com índice pluviométrico irregular, fazendo da irrigação prática obrigatória para a maioria dos cultivos. Na região semiárida nordestina, a demanda de água pelas culturas não é atendida somente pelas chuvas, havendo, portanto, necessidade imprescindível de irrigação para que as áreas de produção sejam economicamente viáveis (NETTO et al., 2007). Um dos inconvenientes da irrigação é a possibilidade de salinizar o solo e, isso ocorre pelo fato da água apresentar sais dissolvidos que, mesmo em baixa concentração, podem ser incorporados ao solo, tornando-o salino em poucos anos (MEDEIROS, 2001).

Em todo o mundo, o uso intensivo de águas de boa qualidade tem acarretado a diminuição da sua disponibilidade para novos e antigos projetos de irrigação e, ao mesmo tempo, a crescente necessidade de expansão das áreas agrícolas, devido ao aumento vertiginoso da população mundial, tem gerado a necessidade do uso de águas consideradas de qualidade inferior (AYERS e WESTCOT, 1999). No Nordeste brasileiro, a maior parte das águas utilizadas na irrigação contém teores relativamente elevados de sais, sendo frequentemente encontrados valores da ordem de 0,2 a 5,0 dS m<sup>-1</sup> (AUDRY e SUASSUNA, 1995).

A qualidade da água é um dos fatores que ocasionam efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afetam a produção, visto que a água é constituinte dos tecidos vegetais, chegando até mesmo a constituir mais de 90% de algumas plantas; desta forma, e para a utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se realizar manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada (MEDEIROS et al., 2007).

Considerando-se a pressão cada vez maior sobre as fontes hídricas de boa qualidade, devem ser incentivados os estudos de uso da água salina na

irrigação, identificando-se o grau de tolerância das plantas à salinidade, desde que se garanta um manejo adequado de solo, água e plantas (RHOADES et al., 2000).

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

Algumas culturas produzem rendimentos economicamente viáveis, em níveis altos de salinidade no solo, enquanto outras são sensíveis em níveis relativamente baixos; essa diferença se deve à maior capacidade de adaptação osmótica que algumas espécies possuem o que lhes permite absorver, mesmo em condições salinas, suficiente quantidade de água (TAIZ e ZEIGER, 2006).

Os sais podem afetar o crescimento, o desenvolvimento e a produção comprometida em virtude da sua concentração na solução do solo, elevando a pressão osmótica e reduzindo a disponibilidade de água para os vegetais (RICHARDS, 1954) daí, a reduzida absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons ocorre distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas; pode ocorrer, também, o efeito tóxico de íons específicos, como sódio, cloreto, boro e nitrato, dentre outros, que provocam necrose, associado à acumulação excessiva do íon específico na planta (FLOWERS, 2004; FLOWERS e FLOWERS, 2005). No entanto, 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 (MUNNS, 2005; SILVA et al., 2003).

O estresse salino pode causar problemas como toxicidade iônica, deficiência nutricional ou ambos. A injúria provocada pelo acúmulo excessivo de íons tóxicos, principalmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nas folhas, se manifesta como clorose marginal e causa o surgimento de zonas necróticas, o que contribui para aceleração dos processos de senescência e abscisão foliar (MUNNS, 2002). Também pode ocorrer interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) afetando o ciclo das plantas.

No solo, os efeitos negativos da salinização são desestruturação, aumento da densidade aparente e da retenção de água do solo, redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos (RHOADES et al., 2000).

Nas regiões áridas e semiáridas, a salinização decorre da natureza física e química dos solos, do regime pluvial e da alta evaporação; naturalmente, o uso de irrigação acarreta a incorporação de sais ao perfil do solo, haja vista que a água contém íons solúveis e seu uso constante na ausência de lixiviação faz com que o sal se deposite na zona do sistema radicular, devido à evaporação. Outrossim, a drenagem restrita contribui, também, para a salinização dos solos irrigáveis, podendo influir na altura do lençol freático. A salinização do solo progride quando a quantidade de sais que nele é acumulada, pela água de irrigação, é maior que a quantidade removida pela água de drenagem (PIZARRO, 1985; AYERS e WESTCOT, 1999).

### **3.4. Efeito da salinidade sobre a nutrição mineral**

A salinidade altera a nutrição mineral das culturas, reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta. A interação entre salinidade e nutrição mineral torna-se mais complexa em virtude das diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos (água e solo) aos quais as plantas são submetidas, bem como das diferentes respostas das plantas, tanto em relação à salinidade como no tocante à eficiência na aquisição de nutrientes do solo (GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ e CUARTERO, 1993; LACERDA, 2005).

O acúmulo de sais pode afetar as plantas devido a um desbalanço nutricional, em que o excesso de íons no solo, inibe a absorção de outros íons. Por exemplo, quando a concentração de Na e Cl no solo é alta, a absorção de nutrientes minerais como  $\text{NO}_3$ , Ca e K são reduzidos (LARCHER, 2000). Outro efeito é a redução do acúmulo de fitomassa, o que reflete, também, no custo metabólico de energia associado às adaptações ao estresse salino, incluindo também a síntese de solutos orgânicos para proteção de macromoléculas e osmorregulação, a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células e a manutenção da integridade das membranas celulares (WILLADINO e CAMARA, 2004).

Conforme Chaves et al. (2011) a adubação é uma das principais tecnologias usadas visando o aumento da produtividade e da rentabilidade das

culturas, onde entre estas, pode-se citar a mamoneira, sendo o nitrogênio, um dos principais responsáveis por esse aumento. Kafkafi (1984) relata que 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.

### **3.5. Tolerância das culturas ao estresse salino**

A tolerância à salinidade é variável entre espécies e, mesmo em uma espécie, entre estádios de desenvolvimento; em cada fase a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (FLOWERS e FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005).

Devido ao rápido acúmulo de sais no solo das áreas irrigadas, os problemas de salinização é um fator crítico para produção vegetal. Entre as espécies sensíveis ao estresse salino, o efeito da salinidade manifesta-se por severas reduções do crescimento e distúrbio na permeabilidade da membrana, atividade de troca hídrica, condutância estomática, fotossíntese e equilíbrio iônico (SHANNON e GRIEVE, 1999; NAVARRO et al., 2003; CABANERO et al., 2004).

Segundo LARCHER (1986) as plantas podem retirar água de um substrato salino, desde que desenvolvam um potencial osmótico mais baixo que o da solução do solo. As plantas adaptadas aos habitats salinos (halófitas) realizam isto pela acumulação de sal no suco celular; por este meio, elas compensam o baixo potencial osmótico existente no solo salino.

Os mecanismos de tolerância à salinidade ainda não estão bem elucidados, pelo fato deste fenômeno ser extremamente complexo, podendo envolver alterações morfológicas e de desenvolvimento, bem como processos fisiológicos e bioquímicos (NETO, 2005).

### **3.6. Adubação de cultivos**

A nutrição mineral é um importante fator ambiental, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas (MILLER e CRAMER, 2004). Segundo Flores et al. (2002) a fertilização nitrogenada não

só promove crescimento de planta, mas também pode reduzir o efeito da salinidade nas plantas. Esta alta dependência ocorre devido às funções do N no metabolismo das plantas, participando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas. O N tem como principal fonte o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), sendo esta mais abundante do que o amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em torno das raízes. Entretanto, a solução do solo frequentemente apresenta baixas concentrações de  $\text{NO}_3^-$ , o que limita o crescimento da planta.

O nitrogênio é um macronutriente primário essencial às plantas em razão de participar da formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo das plantas; sua deficiência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução no tamanho e, conseqüentemente, redução da produção econômica das sementes (ALBUQUERQUE et al., 2008).

Malavolta et al. (1997) relatam que o nitrogênio influencia marcadamente a maioria dos processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, etc. Santos et al. (2004) citam que a falta de nitrogênio impede o crescimento inicial por impossibilidade de incorporar carbono.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Caracterização da área experimental**

Conduziu-se a pesquisa entre os meses de setembro de 2011 e janeiro de 2012 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 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. Delineamento experimental e tratamentos**

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 4, com três repetições, sendo os tratamentos constituídos de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,2; 2,1; 3,0 e 3,9 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro doses de adubação nitrogenada (70; 100; 130 e 160% da dose de N recomendada para ensaios em vasos - 100 mg kg<sup>-1</sup>), baseada em metodologia contida em Novais et al. (1991). As unidades experimentais foram distribuídas em fileira simples espaçadas de 0,9 m entre fileiras e 0,7 m entre plantas dentro da fileira.

### **4.3. Cultivar**

No ensaio foram utilizadas sementes de mamoneira cultivar BRS Energia, que conforme Silva et al. (2009), trata-se de um material genético vigoroso de fácil propagação, precoce (ciclo de 130 dias), porte baixo (média de 106 cm), frutos semi indeiscentes, teor de óleo nas sementes em média de 48% e produtividade média de 1.800 kg ha<sup>-1</sup>.

### **4.4. Condução do Experimento e instalação**

As plantas foram conduzidas em lisímetros de drenagem sendo estes preenchidos com 2 kg de brita (nº zero) a qual cobria a base do vaso, seguida de 107,5 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico coletado à profundidade de 0-30 cm, devidamente destorroado e proveniente do município de Pombal, PB, cujas características físicas e químicas (Tabela 1), foram obtidas conforme metodologias descritas por Claessem (1997).

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

Densidade (kg dm <sup>-3</sup> )	Porosidade Total (%)	Umidade (%)		Água disponível (%)	Complexo Sortivo					
		0,33 atm	15,0 atm		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	pH <sub>ps</sub>	CE <sub>es</sub>
1,34	48,26	18,01	9,45	8,56	3,95	3,70	0,37	0,43	5,01	0,09

Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; pH<sub>ps</sub> - pH da pasta de saturação; CE<sub>es</sub> - condutividade elétrica do extrato de saturação

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 estimativa do consumo de água pela cultura. O material de solo após ser acondicionados nos lisímetros foi colocado em capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre, usando as águas conforme tratamentos.

Semeou-se em 28 de setembro de 2011, dez sementes por vaso a 2 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas iniciou no sexto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia; aos 22 DAS realizou-se o primeiro desbaste deixando-se apenas três plântulas por vaso, as de melhor vigor; aos 30 e 40 DAS foram realizados novos desbastes, eliminando-se, em cada recipiente, uma planta.

Na adubação de fundação aplicou-se por lisímetro 162,5 g de super fosfato simples, 12 g de sulfato de potássio e com o objetivo de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e de forma a aumentar a capacidade de retenção e infiltração da água, foi incorporado 2,5 kg de vermicomposto (6,3 g de N kg<sup>-1</sup>; 1,28 g de P kg<sup>-1</sup> e 0,53 g de K kg<sup>-1</sup>).



A aplicação do fator doses de adubação nitrogenada foi parcelada, sendo um terço aplicado em fundação e os dois terços restantes, em quatro aplicações via fertirrigação, em intervalos de dez dias, com a primeira aplicação realizada aos 25 dias após a semeadura (DAS), e sendo aplicados por lisímetro no tratamento N2 (100%) 33,34 g de fosfato monoamônio (MAP) mais 8,88 g de uréia.

As irrigações foram realizadas diariamente às 17 horas, sendo a quantidade de água aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico.

Os tratos culturais consistiram em capinas manuais feitas semanalmente, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e tutoramento das plantas após atingirem o estágio de floração, com o objetivo de evitar o tombamento das plantas.

Realizaram-se ainda duas adubações foliares a partir do início da emissão das flores, aos 29 e 37 DAS, estágio R<sub>9</sub> (MOSHKIN, 1986), aos 29 e 37 DAS, com Albatroz (N - 10 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 52%, K<sub>2</sub>O - 10%, Ca<sup>2+</sup> - 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**

Os diferentes níveis de salinidade foram obtidos a partir da dissolução de NaCl em água proveniente do sistema de abastecimento local, sendo a quantidade de sais determinada com base na equação de Rhoades et al. (2000), sendo  $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ , em que a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água. Por ocasião do plantio, após o condicionamento do solo nos lisímetros, induziu-se a capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre, usando as águas conforme tratamentos. As demais irrigações foram realizadas diariamente às 17 horas, sendo a quantidade de água aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico.

#### **4.6. Descrição das variáveis avaliadas**

#### **4.6.1. Variáveis de crescimento e desenvolvimento**

As épocas de avaliação foram escolhidas em função dos estádios de desenvolvimento da cultura da mamoneira, conforme descrição feita por Moshkin (1986), sendo o período de 30 e 60 DAS, correspondente ao quarto (diferenciação do meristema primário e o da parte floral) e o nono (floração e à polinização).

##### **4.6.1.1. Altura da planta (AP)**

A AP foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do meristema apical, onde a mesma foi realizada aos 30 e 60 DAS.

##### **4.6.1.2. Área foliar (AF)**

A área foliar foi mensurada aos 30 e 60 dias após a semeadura, sendo obtida de acordo com a metodologia de Severino et al. (2005), conforme Eq 2:

$$S = 20,26622 \times P^2,4248 \quad (2)$$

em que:

S - área foliar total (cm<sup>2</sup>),

P - medida do comprimento da nervura principal da folha (cm).

##### **4.6.1.3. Diâmetro do caule (DC)**

Mensurado aos 30 e 60 DAS, foi determinado a 5 cm do colo das plantas, utilizando-se paquímetro digital.

##### **4.6.1.4. Taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap)**

No período compreendido entre 30 e 40 DAS determinou-se a taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) para altura de planta. Sendo estas, determinada de acordo com metodologia descrita por Benincasa (2003), conforme Eq. 3 e 4.

$$\text{TCAap} = \frac{(\text{AP}_2 - \text{AP}_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (3)$$

$$\text{TCRap} = \frac{(\ln \text{AP}_2 - \ln \text{AP}_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (4)$$

em que:

TCAap = taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (cm dia<sup>-1</sup>),

AP<sub>1</sub> = altura de planta (cm) no tempo t<sub>1</sub>,

AP<sub>2</sub> = altura de planta (cm) no tempo t<sub>2</sub>,

TCRap = Taxa de crescimento relativo em altura de planta (cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>),

ln = logaritmo natural.

#### **4.6.2. Variáveis de produção**

##### **4.6.2.1. Números de dias para emissão do racemo primário (NDRP)**

Estimou-se o NDRP por meio do acompanhamento diário do surgimento da inflorescência.

##### **4.6.2.2. Massa de sementes no racemo primário (MSRP)**

Após a secagem, os frutos foram debulhados manualmente e, em seguida, mensurou-se a MSRP usando balança analítica.

##### **4.6.2.3. Massa de sementes total (MSemT)**

A colheita dos racemos foi realizada manualmente e teve início aos 71 DAS, prolongando-se até os 120 DAS, quando aproximadamente 90% dos frutos de cada racemo atingiram a maturação fisiológica, tendo sido completada a secagem por exposição ao sol. Após a secagem, os frutos foram debulhados manualmente e, em seguida, mensurou-se a MSemT. Considerou-se apenas a massa de sementes viáveis, ou seja, as que não apresentavam visualmente aspectos de má-formação nos tecidos (chochas) bem como aquelas isentas de danos decorrente do beneficiamento.

#### **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

Constata-se com base nos resultados do teste F (Tabela 1) haver influência significativa dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar (AF) aos 30 e 60 DAS e para taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) no período de 30 a 40 DAS. Em relação ao fator doses de adubação nitrogenada verifica-se haver efeito significativo para DC aos 30 DAS e AF aos 30 e 60 DAS. A interação entre os fatores CEa e as doses de N não promoveram efeito significativo sobre estas variáveis.

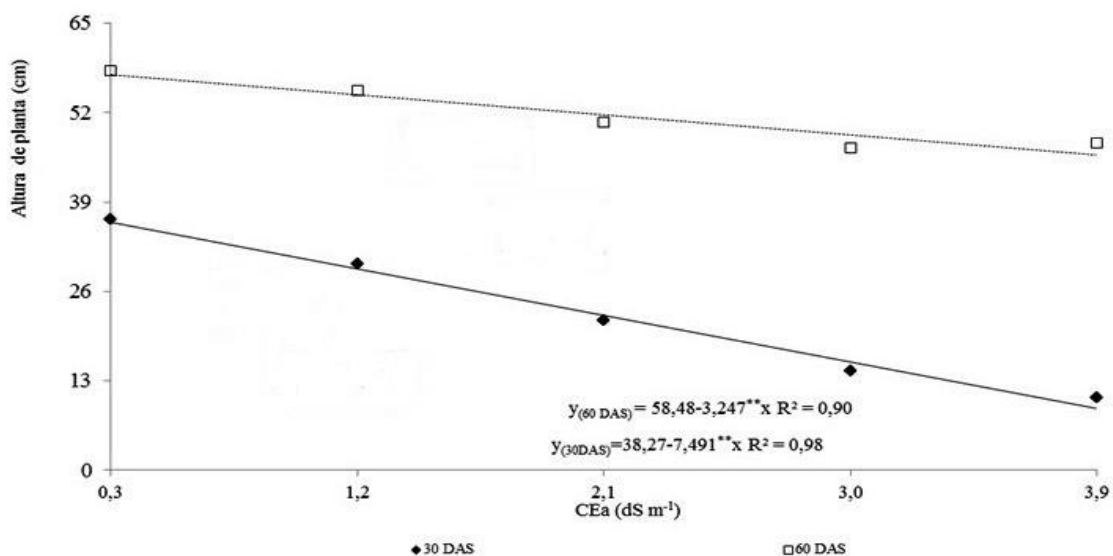
**Tabela 1** - Resumo da análise de variância pelo, referente à altura de plantas (AP), diâmetro de caulinar (DC) e área foliar (AF), aos 30 e 60 DAS e taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) da altura das plantas no período de 30 a 40 DAS, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.

Fonte de Variação	Teste F							
	AP (cm)		DC (mm)		AF (m <sup>2</sup> )		TCAap <sup>1</sup>	TCRap <sup>1</sup>
	30	60	30	60	30 <sup>1</sup>	60 <sup>1</sup>	30-40 DAS	
Níveis salino (S)	**	*	**	**	**	*	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	*	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	**	*	**	*
Doses de N (N)	ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns
Reg. Linear	-	-	*	-	*	*	-	-
Reg. Quadrática	-	-	*	-	ns	ns	-	-
Interação (S x N)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16,4	13,8	12,6	9,0	15,3	17,4	15,05	14,15

A altura de planta da mamoneira sofreu efeito significativo aos 30 DAS ( $p < 0,01$ ) e aos 60 DAS ( $p < 0,05$ ) da salinidade da água de irrigação (Tabela 1) e, de acordo com as equações de regressão (Figura 1), o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear, indicando que o incremento da CEa

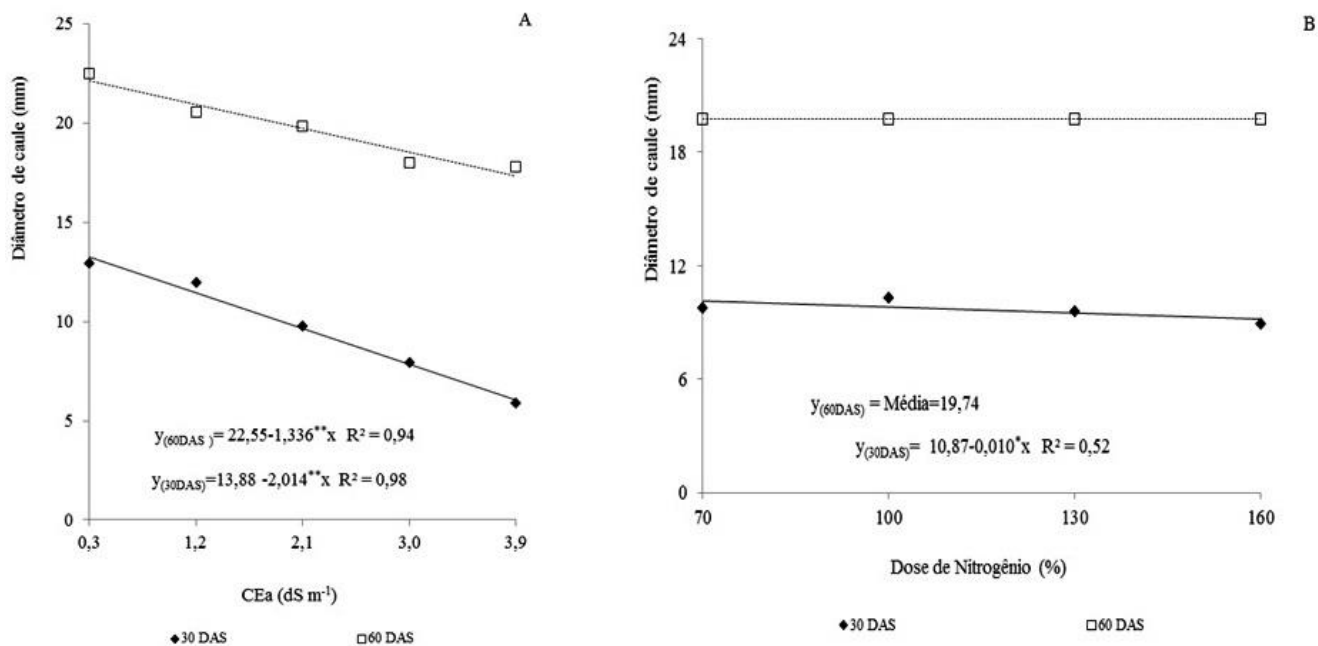
promoveu decréscimos na AP, aos 30 e 60 DAS respectivamente, de 19,6 e 5,6% por aumento unitário da CEa, sendo estimado os menores valores de AP para as plantas irrigadas com água de  $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ , com 9,1 e 45,8 cm, ou seja, redução em cerca de 70,5% e 20,0% em relação às plantas irrigadas com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ . O estresse salino sofrido pela a mamoneira na sua fase inicial (30 DAS) promoveu acentuada redução na altura das plantas, o que implica o caráter moderadamente sensível a salinidade (SANTOS et al., 2013). Flowers (2004) ressalta que a inibição do crescimento de plantas sob estresse salino pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo, além da possibilidade de ocorrência de toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos, em função da acumulação em excesso de determinados íons nos tecidos vegetais.

Tendência semelhante da inibição da salinidade ao crescimento da mamoneira foi observado também por Cavalcanti et al. (2005) estudando o comportamento da mamoneira irrigada com água de condutividade elétrica variando entre  $0,7$  e  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ , onde observaram redução da AP de 5,85% por aumento unitário da CEa para a cultivar BRS Nordestina. Vale et al. (2006) verificaram ao submeterem o pinhão manso a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação (CEa de  $0,06$  e  $4,20 \text{ dS m}^{-1}$ ), em casa-de-vegetação, na fase inicial de crescimento (30 DAS), que a altura da planta de pinhão-manso foi afetada pela CEa.



**Figura 1** - Altura de planta da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS). Pombal, PB, 2013.

Os níveis de CEa afetaram significativamente ( $p < 0,01$ ) o diâmetro do caule da mamoneira (Tabela 1) e conforme as equações de regressão (Figura 2A) provocaram decréscimos lineares por aumento unitário da CEa de 14,5 e 5,9% respectivamente, aos 30 e 60 DAS, ou seja, resultaram em decréscimos de 7,3 e 4,8 mm no DC das plantas irrigadas com água de maior salinidade ( $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ ) em comparação com as irrigadas com água de menor nível salino ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). Assim como constatado para a altura de planta, a CEa prejudicou o DC de forma mais pronunciada aos 30 DAS, o que indica sensibilidade no crescimento inicial desta cultivar ao excesso de sais na zona radicular. Para 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, o desempenho da cultura é prejudicado. Estes resultados corroboram os obtidos por Vale et al. (2006) onde constataram aos 30 DAS, que o diâmetro caulinar do pinhão-manso foi afetado, linearmente, pela condutividade elétrica da água, com redução de 7,68% por unidade de CEa, efeito semelhante ao observado na altura (7,85%).



**Figura 2** - Diâmetro de caule da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B) aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS). Pombal, PB, 2013.

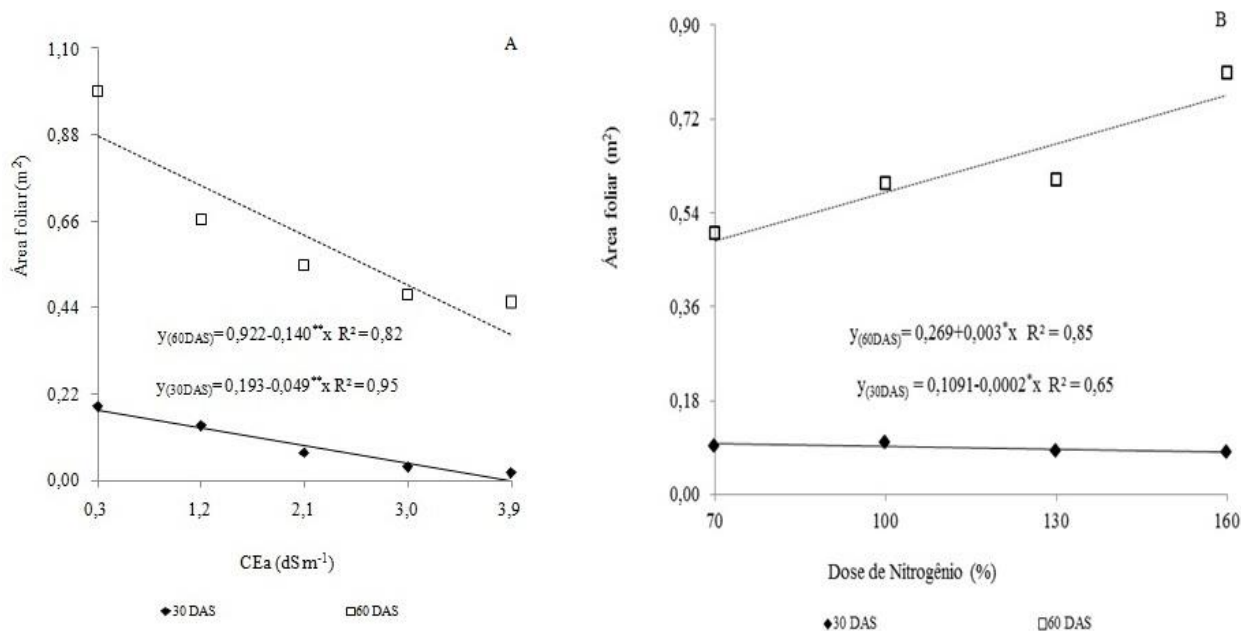
O aumento das doses de nitrogênio inibiu o diâmetro caulinar da mamoneira apenas durante os primeiros 30 dias após a semeadura (Figura 2B); a partir das equações de regressão (Figura 2B) verifica-se declínio do DC de 0,9 mm (8,3%) entre as plantas sob 160% de N em relação às com 70% de N, ou seja, decréscimo de 2,8% por aumento de 30% na dose de adubação nitrogenada. A redução do diâmetro caulinar em função das doses de N, pode ser atribuída à diminuição do pH do solo, uma vez que, esta cultura apresenta sensibilidade no crescimento sob condições da acidez de solos. A uréia aplicada pode ter promovido acidez, devido o processo de nitrificação da mesma, o qual teve liberação de íons de hidrogênio produzidos (DECARLOS NETO et al., 2002). Denota-se que as plantas de mamoneira por terem apresentado diminuição no DC na primeira época de avaliação se deva, provavelmente, em razão de ter sido disponibilizado apenas 1/3 da necessidade de N (fundação) e a primeira aplicação das dosagens restantes de nitrogênio (cobertura) para cultura, no entanto, o decréscimo no DC foi muito pequeno. Diminuição no diâmetro de caule das plantas quando submetidas à adubação nitrogenada foi observado também por Rodrigues et al. (2010) ao avaliarem a influencia do nitrogênio no desenvolvimento de mudas de cultivares de mamoneira, constatando redução no DC da mamoneira com o incremento das doses de N aplicadas.

Verifica-se aos 60 DAS (Figura 2B) que as plantas sob diferentes doses de N alcançaram um DC médio de 19,7 mm. Estudando as de crescimento e produção da mamoneira submetida à adubação nitrogenada, Diniz Neto et al. (2012) constataram aumento linear no diâmetro caulinar, sendo de 0,106 mm por incremento unitário da dose de nitrogênio aplicado.

A salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo aos 30 DAS ( $p < 0,01$ ) e aos 60 DAS ( $p < 0,05$ ) sobre a área foliar da mamoneira (Tabela 1) e com base nos estudos de regressão (Figura 3A), verifica-se efeito linear decrescente sobre a AF, tendo ocorrido decréscimos na ordem de 25,4 e 15,2% respectivamente, por aumento unitário da CEa aos 30 e 60 DAS, ou



seja, reduções equivalentes de 0,176 e 0,504 m<sup>2</sup> na AF das plantas irrigadas com água de 3,9 dS m<sup>-1</sup> em relação as submetidas a 0,3 dS m<sup>-1</sup>. A redução da AF decorreu provavelmente, da diminuição do volume das células e, da reduzida atividade fotossintética que contribui, de certo modo, para adaptação das culturas à salinidade (SOUZA, 1995). Reduções na AF em virtude do aumento da salinidade, também foram verificada por Cavalcanti et al. (2005) estudando o efeito de águas salinas no crescimento inicial da mamoneira BRS 149 – Nordestina (CEa variando de 0,7 a 4,7 dS m<sup>-1</sup>) onde observaram que, a área foliar decresceu 6,55% por aumento unitário da CEa. Silva et al. (2005) também verificaram, aos 60 DAS, que a área foliar da mamoneira reduziu em mais de 11% por incremento unitário de CEa.

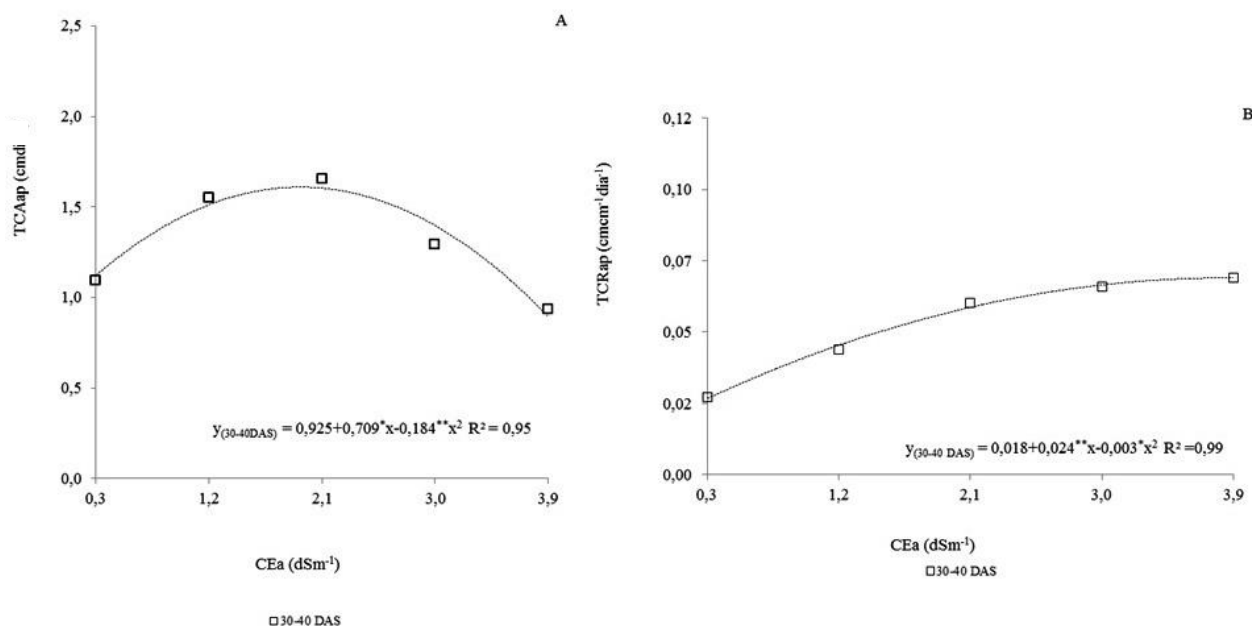


**Figura 3** - Área foliar da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de nitrogênio (B), aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS). Pombal, PB, 2013.

Constata-se (Tabela 1) a ocorrência de efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) das doses de adubação nitrogenada sobre a AF da mamoneira aos 30 e 60 DAS e, analisando a equação de regressão (Figura 3B) referente à AF aos 30 DAS, o modelo linear indica decréscimos na ordem de 5,5% por aumento de 30% da dose de nitrogênio estudada, ou seja, as plantas quando foram submetidas a doses de N de 160% tiveram uma redução de 0,018 m<sup>2</sup> na AF em relação as que receberam 70% de N.

Na avaliação realizada aos 60 DAS, observa-se mediante equação de regressão (Figura 3B) resposta linear crescente da AF, havendo incremento de 33,5% por intervalo de 30% da dose de nitrogênio, ou seja, as plantas submetidas à maior dose de adubação nitrogenada apresentaram um aumento de 0,27 m<sup>2</sup> na AF em comparação com as plantas que receberam dosagem de 70% de N. Essa divergência de resposta nas épocas de estudo provavelmente estar associada ao fato de que até os 30 DAS havia sido aplicado somente 1/3 da recomendação de N (fundação) e a primeira parcela das dosagens restantes de nitrogênio (cobertura). Assim, aos 60 DAS em razão de ter sido aplicado toda recomendação de N para a cultura, conforme indicação de Novais et al. (1991), possivelmente tenha atendido às necessidades nutricionais da cultivar, contribuindo desta forma para uma resposta positiva em termos de AF. Tal efeito pode ser atribuído às funções do 'N' nas plantas, uma vez que desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, além do que, estudos têm demonstrado 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 (SILVA et al., 2008a).

Observa-se (Tabela 1) que houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) do fator níveis de salinidade da água de irrigação sobre as variáveis taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo para altura de plantas (TCRap) da mamoneira, em avaliações realizadas no período de 30 a 40 DAS onde constata-se com base na equação de regressão (Figura 4A) que os dados de TCAap se ajustaram ao modelo quadrático, sendo o maior valor em termos de TCAap (1,61 cm dia<sup>-1</sup>) obtido quando submeteram-se as plantas à irrigação com água de CEa 1,9 dS m<sup>-1</sup> sendo que, a partir desta ocorreu redução da TCAap, todavia, a CEa variando entre a faixa de 1,8 a 2,1 dS m<sup>-1</sup> proporcionaram TCAap média de 1,6 cm dia<sup>-1</sup>, ou seja, resultado aproximado a maior TCAap alcançada.



**Figura 4** - Taxa de crescimento absoluto - TCAap (A) e relativo - TCRap (B) para altura de plantas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação – CE<sub>a</sub>, no período de 30 a 40 dias após a semeadura (DAS). Pombal, PB, 2013.

Para os níveis salinos mais elevados houve uma leve tendência de aumento na TCAap entre o intervalo de tempo de 30-40 DAS, ou seja, as plantas quando cultivadas em maior CEa apresentaram maior eficiência em produzir novas células e tecidos, o que resultou em um maior crescimento em termos de TCAap. A inibição da TCAap a partir de 1,9 dS m<sup>-1</sup> pode ter ocorrido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, a baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura e a redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina. Sob estresse salino as plantas 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 (FLOWERS, 2004). Nery et al. (2007) em pesquisa com pinhão-manso sob condições de estresse salino verificaram que a TCAap foi reduzida linearmente com o incremento da CEa.

Analisando-se o comportamento da TCRap no período de 30-40 DAS, vê-se conforme equação de regressão (Figura 4B) que as plantas irrigadas com água de CEa de 3,9 dS m<sup>-1</sup> apresentaram valor máximo na TCRap de 0,0659 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e mínimo de 0,024 cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para as plantas irrigadas

com a água de CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , ou seja, as plantas quando foram submetidas a CEa de  $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ , apresentaram acréscimo equivalente de  $0,0419 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  na TCRap em relação as plantas cultivadas sob salinidade de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ .

Verifica-se com base nos resultados do teste F (Tabela 2), haver efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre as variáveis número de dias para emissão do racemo primário (NDRP), massa de sementes do racemo primário (MSRP) e massa de sementes total (MSemT) da mamoneira. Em relação ao fator doses de adubação nitrogenada assim como para a interação entre os fatores CEa e as doses de N não constata-se efeito significativo sobre estas variáveis.

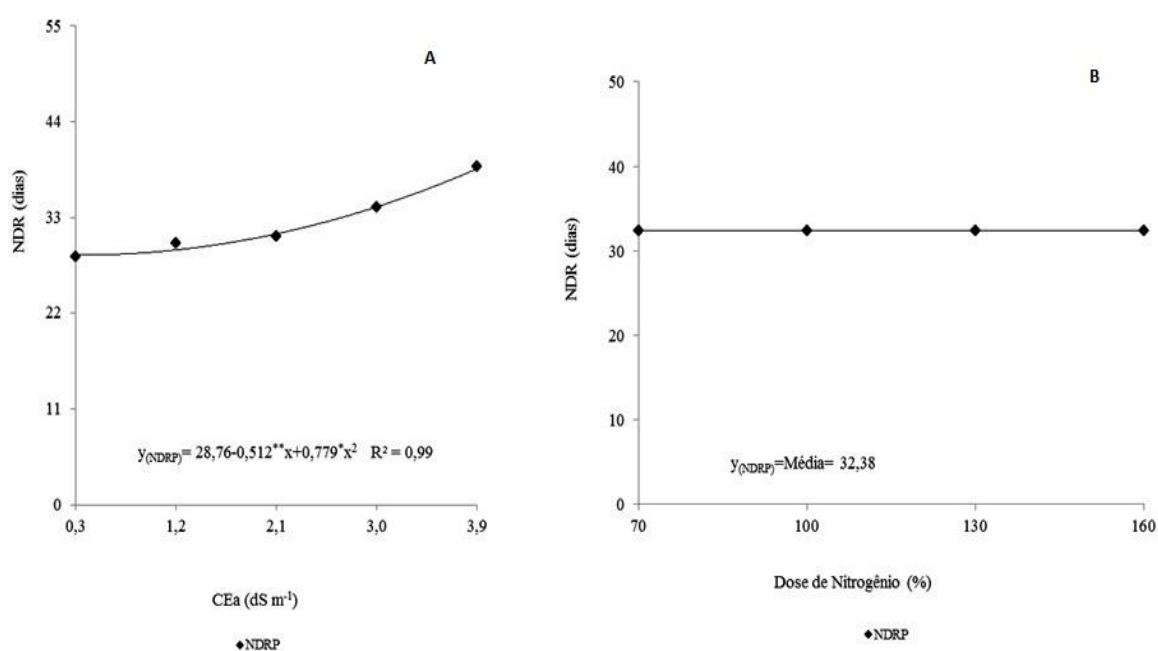
Os níveis de salinidade na água de irrigação interferiram significativamente ( $p < 0,01$ ) sobre o NDRP da mamoneira (Tabela 2), evidenciando conforme equações de regressão (Figura 5), efeitos mais acentuados sobre o NDRP das plantas irrigadas com água de CEa de  $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ , ao qual prolongaram o tempo de emissão do racemo em aproximadamente dez dias, em comparação com as plantas que foram submetidas a CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ . O fato do NDRP ter aumentado com o incremento da CEa pode estar relacionado à diminuição do potencial osmótico no solo. Santos et al. (2012) relata que isso ocorre porque a planta visando ajustar-se osmoticamente desprende maior quantidade de energia para acumulação de açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo, energia essa, que poderia ser utilizada no crescimento e produção da planta e, conseqüentemente, o florescimento da cultura é prolongado. Silva et al. (2008) detectaram incremento de 13 dias no NDRP nas plantas da mamoneira BRS Energia em casa de vegetação sob CEa de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$  em relação às sob CEa de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ .

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância para número de dias para emissão do racemo primário (NDRP), massa de sementes do racemo primário (MSRP) e massa de sementes total (MSemT) da mamoneira sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. Pombal, PB, 2013.

Fonte de Variação	Teste F		
	NDRP	MSRP <sup>1</sup> (g)	MSemT (g)
Níveis salino (S)	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**
eg. Quadrática	*	ns	ns
Doses de N (N)	ns	ns	ns
Reg. Linear	-	-	-
Reg. Quadrática	-	-	-
Interação (S x N)	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns
CV (%)	9,0	13,8	19,79

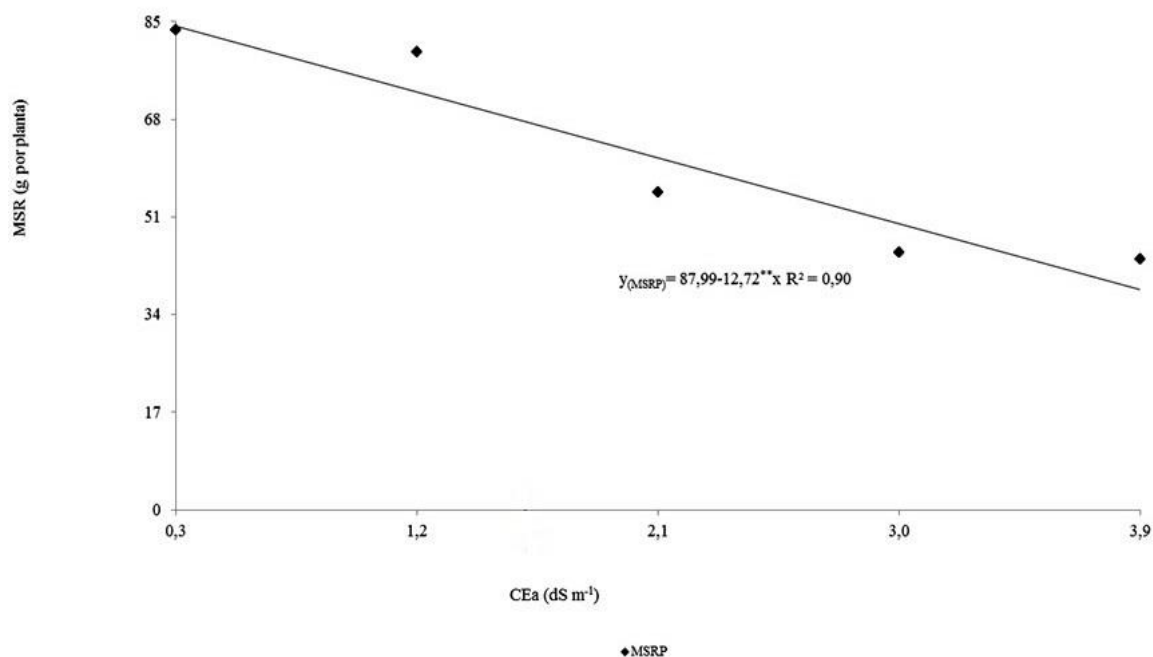
ns, \*, \*\* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ; <sup>1</sup> análise estatística realizada após transformação de dados em  $\sqrt{X}$

O fator adubação nitrogenada não promoveu efeito significativo sobre o NDRP, tendo ocorrido a emissão do racemo primário em média aos 32 DAS. Conforme Barhoumi et al. (2010) o nitrogênio estimula o crescimento e decresce a senescência e ainda pode promover acréscimo no tempo do estágio reprodutivo da cultura.



**Figura 5** - Número de dias para emissão do racemo (NDR) primário (NDRP) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e das doses de adubação nitrogenada (B). Pombal, PB, 2013.

A massa de sementes no racemo primário também foi afetada ( $p < 0,01$ ) pelos níveis crescentes de salinidade da água (Tabela 2) e de acordo com as equação de regressão (Figura 6), nota-se que os dados ajustaram-se ao modelo linear, tendo-se observado com o aumento da salinidade da água, decréscimos relativos na MSRP de 14,45% por incremento unitário da CEa. Constata-se que as plantas que foram submetidas à CEa de  $3,9 \text{ dS m}^{-1}$  em relação às irrigadas com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , tiveram reduções na MSRP equivalentes de 45,79 g (52,0%). Acúmulo de sais nas vias transpiratórias provoca danos nos tecidos foliares, leva à inibição mais acentuada da fotossíntese e, por consequência, afeta as variáveis de crescimento e produção de plantas sob estresse salino (MUNNS et al., 2006).

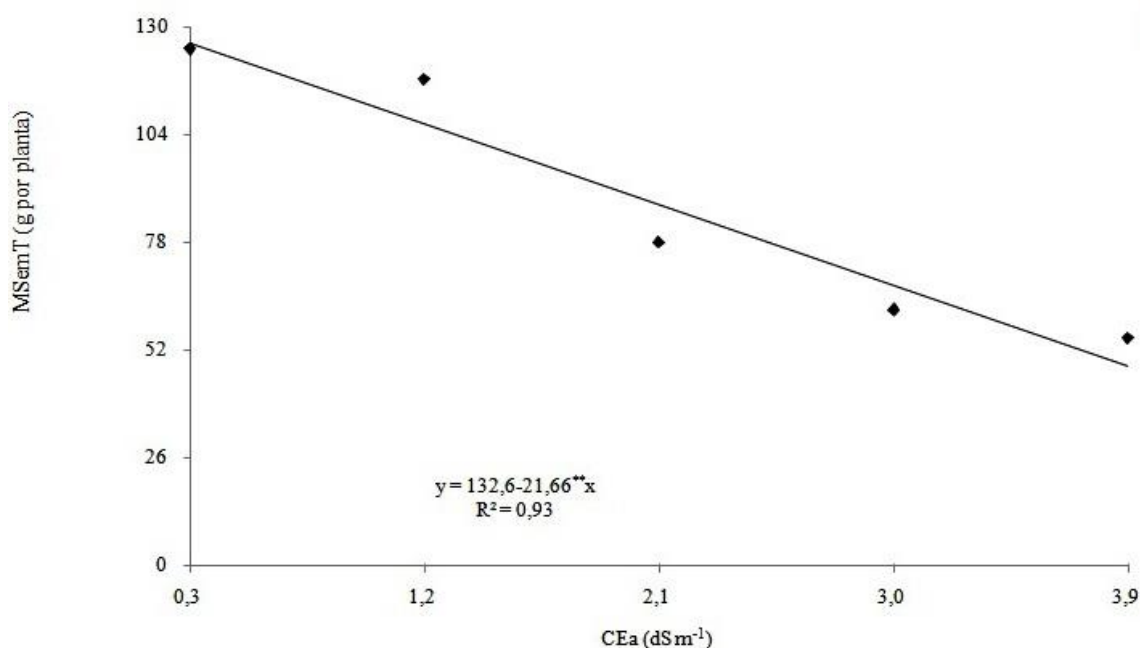


**Figura 6**- Massa de sementes no racemo (MSR) primário (MSRP) da mamoneira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa. Pombal, PB, 2013.

A salinidade do solo causada pela água de irrigação ou pela combinação dos fatores água, solo e manejo das culturas pode resultar em redução no

número de frutos, no peso dos frutos e na massa de sementes, influenciando diretamente a produção (RHOADES et al., 2000). Silva et al. (2008b) estudando o efeito da CEa (0,7 a 6,7 dS m<sup>-1</sup>) sobre a produção de cultivares de mamoneira (BRS Energia e BRS Paraguaçu) constataram que acima de 4,7 dS m<sup>-1</sup> as plantas não frutificaram e que o incremento salino reduziu em 96,8% a massa sementes do racemo primário das plantas sob CEa de 4,7 dS m<sup>-1</sup> em comparação às sob 0,7 dS m<sup>-1</sup>.

O aumento dos níveis de CEa prejudicou a produção da mamoneira, expresso pela diminuição linear na massa de sementes total, sendo observado conforme a equação de regressão (Figura 7) redução de 21,66 g para cada aumento unitário da CEa, ou seja, quando se utilizaram na irrigação água com CEa de 3,9 dS m<sup>-1</sup>, houve um declínio na M<sub>SemT</sub> de 77,97 g (58,80%) em relação às plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. A redução na M<sub>SemT</sub> refletem o efeito negativo tanto do componente osmótico como iônico, ambos indissociáveis no estresse salino. Outrossim, o aumento da concentração de sais solúveis reduziu o potencial hídrico da solução do solo, inibindo desta forma, a absorção de água pelas plantas e a capacidade fotossintética, devido a vários fatores, tais como: desidratação das membranas celulares, toxicidade por sais, redução do suprimento de CO<sub>2</sub>, conseqüentemente, contribui para redução da produção das plantas (WILLADINO e CAMARA, 2004).



**Figura 7.** Massa de sementes total (M<sub>SemT</sub>) da mamoneira em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa. Pombal, PB, 2013.

## 6. CONCLUSÕES

- A irrigação com águas salinas reduz o crescimento e a produção da mamoneira, observado pela diminuição na altura de planta, diâmetro caulinar, área foliar, massa de sementes do racemo primário, massa de sementes total, sendo a área foliar e a massa de sementes do racemo primário as variáveis mais prejudicadas;
- A taxa de crescimento absoluto e relativo das plantas aumentou respectivamente, com o nível salino das águas de até de 1,9 e 3,9 dS m<sup>-1</sup> no intervalo de 30 a 40 dias após semeadura;
- Doses crescentes de nitrogênio até 160% da dose indicada proporciona aumento na área foliar da mamoneira BRS Energia;
- O incremento salino da água de irrigação prolonga o período para a emissão do racemo primário da mamoneira, sendo este aumentado em dez dias quando se usa água de CEa igual a 3,9 dS m<sup>-1</sup>.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, W. G.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, M. A. de O.; NASCIMENTO, J. J. V. R. do. Crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função de níveis de água e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Anais... Salvador: EMBRAPA, 2008.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. A. A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do nordeste: Caracterização, variação sazonal, limitação do uso. Recife: CNPQ, 1995.

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

AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350 p.

BARHOUMI, Z. et al. Nitrogen and NaCl salinity effects on the growth and nutrient acquisition of the grasses *Aeluropus littoralis*, *Catapodium rigidum*, and *Brachypodium distachyum*. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.173, n.01, p.149-157, 2010.

BELTRÃO, N. E.M.; NÓBREGA, M. B. M.; GONDIM, T. M. S; SEVERINO, L. S.; CARTAXO, W. V.; VALE, D. G.; CARDOSO, G. D. Sistema de produção para a cultura da mamona na agricultura familiar no semi-árido nordestino. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - EMBRAPA. Campina Grande. 2005. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/mamona/mamona.html> . Acesso em: 25 Agosto 2013.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). 2ed Jaboticabal: FUNEP, 41p. 2003.

CABANERO, F.J., MARTINEZ, V., CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake. **Plant Science**, v.166, p.443-450, 2004.

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, Campina Grande**, v. 9, p. 57-61, 2005. Suplemento.

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. 08, n. 01, p. 126-133, 2011.

CHING, W. H. **Biodiesel**. [S.l.]: SEBRAE, 2007. Disponível em: <<http://www.biodeisel.gov.br>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. **Revista Atual**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p.

DECARLOS NETO, A. **Adubação e nutrição nitrogenada de portaenxertos de citros, semeados em tubetes**. 1999. 131f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F. da; TOSCANO DINIZ, B. L. M.; PEREIRA, A. A.; PEREIRA, A. R. Componentes de produção de mamona em função de níveis de adubação nitrogenada e desfolha. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 546-553, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recomendações . **Cultura da mamoneira**. Instituto Agrônômico – IAC. 1997a. Disponível em:< <http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Mamona/Mamona.htm> > Acesso em: Agosto 2013.

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

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. 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, 2001.

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

FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders. **Agricultural Water Management**, v.78, n.1, p.15-24, 2005.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J.J. & CUARTERO, J. Evolución de la producción de cuatro entradas de tomate cultivadas con sal. **Acta Hortic.**, 10:1067-1072, 1993.

IBICT, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: Agos. 2013.

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 econômica. México. 479p. 1948.

LACERDA, C.F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R.J.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G. & CAVALCANTE, U., eds. Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p.127-137.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos-SP. Ed. Rima Arts e Textos. 531 p. 2000. WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1986.

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

MEDEIROS, J. F. et al. Caracterização das águas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.07, n. 04, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, J. F. Salinização em áreas irrigadas: manejo e controle. In: FOLEGATTI, M.V. et al. *Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças*. **Guaíba: Agropecuária**, 2001. v.2, cap. 2, p. 201-240.

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, Campina Grande- PB, 2007.

MENEZES, R. P. B.; ANTUNES, A. M. S. Geração do conhecimento através da especificação de produtos químicos. **Química Nova**, v.28, p.100-103, 2005. Suplemento.

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, v. 274, n. 01, p. 3-6, 2004.

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

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 02, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bring them together. **New Phytologist**, v.143, p.645-663, 2005.

MUNNS, R.; JAMES, R. A.; LAUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.05, p.1025- 1043, 2006.

NÁPOLES, F.A. de M. Supressão da irrigação na cultura do algodão: impactos no crescimento e na qualidade da fibra. Campina Grande: UFPB-CCT, 1998. 64p. Dissertação de Mestrado.

NAVARRO, J.M., GARRIDO, C., MARTINEZ, V., CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant Growth Regulators**, v.41, p.237-245, 2003.

NERY, A.R.; SILVA, M.B.R.; RODRIGUES, L.N.; FERNANDES, P.D.; DANTAS NETO, J.; VIEGAS, R.A. Taxas de crescimento do pinhão manso cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. In: WORKSHOP MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 2007. Recife. *Convivência em Busca da Sustentabilidade: anais...* Recife-PE: UFRPE/UFCG.

NETTO, A.T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, G.J. et al. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.104, p.199-209, 2005.

NEVES, A. L. R. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 03, p. 758-765, 2009.

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.

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

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHEIM, H. M. Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental 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. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado).

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

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, p.471-476, 2010.

SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis* L.): Descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1. 2004. Anais... Campina Grande – Paraíba. CD-ROM. 2004.

SANTOS, B. dos. *et al.* Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Revista Idesia**, v.30, n.02, p. 69-74, 2012.

SANTOS, J. B. dos; SANTOS, D. B. dos; AZEVEDO, C. A. V. de; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 2, p.145-1522, 2013.

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

SCALLOPI, A. S.; BRITO, R. A. L. Qualidade da água e do solo para irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.139, n.12,p.80-94, 1986.

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

SHANNON, M.C., GRIEVE, C.M. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Science Horticulture*, v.78, p.5-38, 1999.

SHIKLOMANOV, I. A. Comprehensive assessment of the Freshwater resources to the world. In: *Assessment water resources and water availability in the world*. WMO/SEI, 1997. 85p.

SILVA, E. C. *et al.* Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n. 01/03, p. 147-157, 2008a.

SILVA, J. V. *et al.* Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl<sub>2</sub>. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n. 02, p. 99-105, 2003.

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, n. 04, p. 335-342, 2008b.

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 e Ambiental**, v.9, Suplemento, p.347-352, 2005.

Souza, M. R. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Campina Grande: UFPB, 1995. 94p. Dissertação Mestrado.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: ArtMed, 2006. 719p.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n. 03, p. 503-527, 2003.

VALE, L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão manso. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel. 1, 2006, Brasília. Anais... Brasília: IBPS. Anais... 2006. p.87-90.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A. (ed.). La ecofisiología vegetal – **Uma ciencia de síntesis**. Madrid: Thompson, 2004. p.303-330.