



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE AGRONOMIA

**SALINIDADE DA ÁGUA, FONTES DE NITROGÊNIO E BIOFERTILIZANTE  
BOVINO, NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE JACA MOLE**

FRANCISCO ÍTALO FERNANDES DE OLIVEIRA

**AREIA-PB  
JULHO-2014**

**FRANCISCO ÍTALO FERNANDES DE OLIVEIRA**

**SALINIDADE DA ÁGUA, FONTES DE NITROGÊNIO E BIOFERTILIZANTE  
BOVINO, NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE JACA MOLE**

Trabalho de graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia do  
Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba, em  
cumprimento às exigências para obtenção  
do título de Engenheiro Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

**Areia–PB**

**Julho–2014**

**FRANCISCO ÍTALO FERNANDES DE OLIVEIRA**

**SALINIDADE DA ÁGUA, FONTES DE NITROGÊNIO E BIOFERTILIZANTE  
BOVINO, NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE JACA MOLE**

**Aprovada em 24 de Julho de 2014**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante  
PPGA/CCA/UFPB  
**Orientador**

---

Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias  
DA/CCHSA/UFPB  
**Examinador**

---

Eng. Agrônomo Msc. Francisco Thiago Coelho Bezerra  
Doutorando PPGA/CCA/UFPB  
**Examinador**

## ***Dedicatória***

*A DEUS, pelo dom da vida, por ter me dado força durante esse período, a meio de tantas dificuldades, por ter me iluminado nas decisões mais difíceis e por ter me guiado ao longo do curso para trilhar o caminho mais correto possível.*

*À minha família, em especial, aos meus pais, Juvêncio Fernandes Neto e Helenilda Fernandes de Oliveira, pelo amor e dedicação e por terem me proporcionado essa oportunidade de um futuro promissor, principalmente a meu pai, que fez todos os esforços possíveis para dá continuidade a essa jornada, me dando todo apoio e força para pleitear essa formação e à minha querida mãe, por tantas vezes que abdicastes teus sonhos para realizar os meus.*

*À minha namorada, Júlia Medeiros, pelo apoio, companheirismo e pelo amor que sempre me deixa tranquilo nos momentos mais difíceis. Expresso aqui meu amor, respeito, carinho e admiração.*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus por todas as coisas maravilhosas que proporciona em minha vida, por me conceder força para continuar em frente às dificuldades, por ter me dado sabedoria e perseverança para superar os desafios do dia-a-dia.*

*À minha família, em especial aos meus pais Juvêncio Fernandes Neto e Helenilda Fernandes de Oliveira, ao meu irmão Flaviano, sei que vocês sempre torceram pela minha vitória. Aos cachorrinhos de estimação “Robinho” e “Reck” que mesmo sendo danados trouxeram muitas alegrias pra minha vida e de Júlia. Todos foram essenciais, para a realização dessa etapa, obrigado pelo apoio e carinho durante essa caminhada. Amo vocês!*

*À minha namorada, companheira de todas as horas, que sempre me incentiva a lutar por nossos sonhos. Todas as coisas que vivemos e estamos vivendo são muito especiais. Obrigado por tudo meu amor. Amo você!*

*À Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias e a todos que fizeram parte da minha graduação, pela realização do curso de Agronomia, em especial aos professores e funcionários, que contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal, muito obrigado.*

*Ao Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante pela disponibilidade, orientação, conselhos, amizade e ensinamentos científicos, é um exemplo de homem e pesquisador. Agradeço por todos os carões, sei que foram para o meu bem e sempre buscando o meu melhor.*

*À equipe LOFECA por todo apoio durante esse tempo de convivência, tenham certeza que nunca me esquecerei de todos esses momentos de muita felicidade, sou grato a vocês: Júlia, Flaviano, Gustavo, Antônio João (Bala), Daniel, Sherly, Adeilson, Tony, Leonardo, Járison, Stella, Stênio e Aldeir.*

*Aos amigos que dividiram e dividem a residência universitária, Arliston Pereira, Alex Sandro, Gilmar Nunes, Anderson Carlos e Regis dos Santos, obrigado por tudo.*

*A todos os colegas da turma 2010.1, pessoas inesquecíveis, com quem compartilhei momentos de muitas alegrias durante todo esse tempo, adoro vocês: Adeilson Freire, Amanda Tomaz, Arliston Pereira, Anderson Carlos, Mariana Neves, Camila da Silva, Carolline Vargas, Daniel da Silva, Daniel Ferreira, Daniel Junio, Gilmar Nunes, Guilherme Monteiro, Heider Santana, Jadson Carlos, Joel Cabral, José Marcos, Mariana Neves, Mileny*

*Sousa, Paulo Roberto, Rafael Ramos, Renato Leal, Renato Pereira, Ronaldo dos Santos, Ruan dos Santos, Tulio Monteiro, Vinícius Evangelista e Wagner Magno.*

*Às amizades construídas nesse período de academia: Adelmo de Medeiros, Begna Janine, Emanuela Suassuna, Ana Claudia, Danielli Santos, Raniere, Fernando, Matheus, Lemerson, Claudio Junior, Marciano Costa, Janielly Costa, Leandro Moscoso, Francisco Thiago Coelho e Marlene Alexandrina, Stella, Saulo Junior, Aldeir e André Spinosa.*

*Obrigado a Júlia Medeiros, Flaviano Fernandes, Francisco Thiago Coelho, Marlene Alexandrina, Sherly Aparecida, Adeilson do Nascimento Stella e Gustavo, pela ajuda preciosíssima durante a condução do Experimento.*

*A meu eterno amigo Gil (in memoriam), por todo o apoio durante minha caminhada no “Cajueiro”, que você esteja sempre me guiando.*

*Aos meus tios, tias, primos, avôs, a todos os familiares que contribuíram para essa vitória, em especial ao meu tio Francinaldo.*

*A todos os meus Mestres que me ensinaram desde as primeiras letras as equações mais complicadas.*

*Que DEUS abençoe cada um de vocês, muito obrigado por tudo!!!*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Jaca ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.).....	<b>3</b>
2.2. Salinidade da água e seus efeitos no solo.....	<b>3</b>
2.3. Salinidade da água e seus efeitos nas plantas.....	<b>4</b>
2.4. Adubação nitrogenada e a salinidade.....	<b>4</b>
2.5. Biofertilizante e a salinidade da água de irrigação.....	<b>5</b>
2.6. Qualidade de mudas.....	<b>6</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>7</b>
3.1. Local da pesquisa.....	<b>7</b>
3.2. Clima e substrato.....	<b>7</b>
3.3. Tratamentos e delineamento experimental.....	<b>8</b>
3.4. Condução do experimento.....	<b>9</b>
3.5. Avaliações.....	<b>9</b>
3.5.1. No substrato.....	<b>9</b>
3.5.2. Nas mudas.....	<b>10</b>
3.5.2.1. Altura e diâmetro caulinar.....	<b>10</b>
3.5.2.2. Número de folhas e área foliar.....	<b>10</b>
3.5.2.3. Índice de clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> .....	<b>10</b>
3.5.2.4. Massa da matéria seca.....	<b>10</b>
3.5.2.5. Índices fisiológicos.....	<b>11</b>
3.6. Avaliação Estatística.....	<b>11</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>25</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>26</b>
<b>7. ANEXOS</b> .....	<b>35</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Atributos químicos, quanto à Fertilidade, e físicos do substrato constituído por um Latossolo Vermelho-Amarelo, Areia-PB.....	<b>8</b>
<b>Tabela 2.</b>	Composição química do biofertilizante bovino utilizado nas duas aplicações ao solo, Areia-PB.....	<b>9</b>
<b>Tabela 3</b>	Resumo das análises de variância das variáveis condutividade elétrica do extrato aquoso (CEea), potencial hidrogeniônico (pH), diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), massa da matéria seca de raiz (MMSR), massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa da matéria seca total (MMST), índice de qualidade de Dirckson (IQD), clorofila a (CLa), clorofila b (CLb) e clorofila total (CLtotal) de mudas de <i>Artocarpus heterophyllus</i> variedade mole aos 85 dias após a semeadura em função da aplicação de biofertilizante, da adubação nitrogenada e da salinidade da água de irrigação, Areia-PB.....	<b>36</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Valores médios diários de temperatura do ar e umidade relativa do ar no interior da estufa telada do Departamento de Solos e Engenharia Rural.....	7
<b>Figura 2.</b>	Condutividade elétrica do extrato aquoso do solo ( $CE_{1:1}$ ), ao final do experimento, no substrato sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	13
<b>Figura 3.</b>	Valores de pH do substrato ao final do experimento no solo sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	14
<b>Figura 4.</b>	Diâmetro caulinar de mudas de jaqueira em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	15
<b>Figura 5.</b>	Altura de mudas de jaqueira aos 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ) em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	16
<b>Figura 6.</b>	Número de folhas de mudas de jaqueira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	17
<b>Figura 7.</b>	Área foliar de mudas de jaqueira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	17
<b>Figura 8</b>	Razão de área foliar de mudas de jaqueira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	18
<b>Figura 9</b>	Razão de área foliar de mudas de jaqueira, em relação às fontes de nitrogênio e aplicação de biofertilizante.....	19
<b>Figura 10</b>	Massa da matéria seca de raiz (MMSR) de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	20
<b>Figura 11</b>	Massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA) de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	21
<b>Figura 12</b>	Massa da matéria seca total (MMST) de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	22
<b>Figura 13</b>	Índice foliar de clorofila a em folhas de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	22
<b>Figura 14</b>	Índice de clorofila b de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	23
<b>Figura 15</b>	Índice foliar de clorofila total de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	24
<b>Figura 16</b>	Índice de qualidade de Dickson em mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	24

OLIVEIRA, F. Í. F. **Salinidade da água, fontes de nitrogênio e biofertilizante bovino na formação de mudas de jaca mole**. Areia, PB, 2014. 48f. Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante.

## RESUMO

A jaca é uma espécie exótica, originária da Índia e introduzida no Brasil durante o período colonial. As informações científicas a respeito de suas respostas à salinidade são ainda pouco frequentes na literatura brasileira e mundial. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação, adubação de nitrogênio e aplicação de esterco líquido fermentado de bovino na formação de mudas de *Artocarpus heterophyllus* Lam. variedade mole. O trabalho foi desenvolvido na estufa telada da Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil e os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados usando o arranjo fatorial 5 x 3 x 2, correspondente aos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>), adubação nitrogenada referente a ausência e 150 mg dm<sup>-3</sup> de nitrogênio na forma de sulfato de amônia e ureia no solo sem e com esterco líquido fermentado de bovino ou biofertilizante bovino comum aplicado na superfície do substrato no dia da semeadura e aos 30 dias após a emergência das plântulas. As variáveis analisadas foram: condutividade elétrica do extrato aquoso na proporção de 1:1 (suspensão solo/água), potencial hidrogeniônico, diâmetro do caule, altura das plantas, número de folhas, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar, massa da matéria seca de raiz, da parte aérea e matéria seca total, índice de qualidade de Dickson e índices de clorofila *a*, *b* e *total*, aos 85 dias após a semeadura. O aumento da concentração salina das águas de irrigação elevou a salinidade do substrato e comprometeu o crescimento biométrico, a produção de biomassa e a capacidade clorofilática da jaqueira.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Artocarpus heterophyllus*, estresse salino, qualidade de mudas.

OLIVEIRA, F. I. F. **Water salinity, nitrogen sources and bovine biofertilizer on soft jackfruit seedlings formation.** Areia, PB, 2014. 48f. Graduation in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante.

### ABSTRACT

The jackfruit is an exotic, species from India and introduced in Brazil during the colonial period. Scientific information about their responses to salinity are still uncommon in the Brazilian and world literature. In this sense, the objective of this study was to evaluate the effects of electrical conductivity of irrigation water, nitrogen fertilizer and application of liquid cattle manure fermented in the formation of *Artocarpus heterophyllus* Lam seedlings diversity mole. The work was carried out on the screened greenhouse Universidade Federal da Paraíba, Areia county, Paraíba State, Brazil and treatments were arranged in a randomized block design using the factorial 5 x 3 x 2, corresponding to the levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 dS m<sup>-1</sup>), nitrogen fertilization regarding absence and 150 mg dm<sup>-3</sup> nitrogen in form of ammonia sulphate and urea in soil with and without fermented liquid bovine manure or bovine common biofertilizer on the substrate surface on the day of sowing and 30 days after seedling emergence. The variables analyzed were: electrical conductivity of aqueous extract 1:1 hydrogen potential (soil suspension/water), stem diameter, plant height, leaf number, leaf area, specific leaf area, leaf area ratio, dry mass of root, shoot and total dry matter, Dickson quality index and indices of chlorophyll a, b and total at 85 days after sowing. Increasing the salt concentration of irrigation water increased the salinity of the substrate and compromised biometric growth, biomass production and capacity clorofilática jacket

**KEY WORDS:** *Artocarpus heterophyllus*, salt stress, seedling quality.

## 1. INTRODUÇÃO

A jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) é uma espécie da família Moraceae, originária da Índia, mas ocorre em toda a Ásia tropical (Lorenzi et al., 2006). É uma espécie exótica, introduzida no Brasil no período colonial na metade do século XVII (Silva et al., 2010). Os frutos da jaca estão agrupados em uma infrutescência e são consumidos nas formas *in natura*, desidratada, picles, sorvetes, bebidas, compotas, geleias ou utilizadas para produção de bebidas alcoólicas (Baliga et al., 2011) e conforme Hettiaratchi et al. (2011), os frutos da jaca possuem composição de qualidade nutricional benéficos.

Plantas de jaca se desenvolvem adequadamente em solos drenados, profundos e de fertilidade moderada (Elevitch & Manner, 2006). Considerado sensível (Haynes et al., 2004) a moderadamente tolerante (Elevitch & Manner, 2006) a salinidade. Em muitas regiões semiáridas os excessos de sais inibem o crescimento das plantas devido aos efeitos osmóticos, misturas dos sais na nutrição e ação específica de íons como sódio, cloreto e outros sobre o protoplasma.

As plantas para tolerarem o estresse salino desenvolvem paulatinamente mecanismos que contribuem para a adaptação aos estresses osmótico e iônico, provocados pela salinidade (Meloni et al., 2004; Munns & Tester, 2008). Esses mecanismos incluem o ajustamento osmótico, que é usualmente acompanhado pela absorção de íons inorgânicos, bem como pela acumulação de solutos orgânicos compatíveis (osmoprotetores), como discutido por Strange (2004). Entre os compostos orgânicos, os nitrogenados são os solutos mais comumente acumulados em plantas em condições de estresse (Asharaf & Harris, 2004).

A salinidade da água de irrigação induz efeitos danosos ao crescimento da grande maioria das plantas cultivadas, assim como em mudas de pinhão manso (Cavalcante et al., 2011) e de oiticica (Diniz Neto et al., 2014). Silva et al. (2009) também observaram redução na absorção de nitrogênio com a elevação da salinidade. Sendo um dos motivos que reduz o crescimento das plantas, pois o nitrogênio está diretamente relacionado com a produção de clorofila e a eficiência fotossintética.

A absorção e assimilação de nitrogênio pelas plantas são influenciadas pela fonte do fertilizante aplicado. Nesse contexto, Marques et al. (2006), observaram que o sulfato de amônio foi a fonte de nitrogênio que proporcionou maior crescimento em altura de mudas de jacarandá-da-bahia, seguido pelo nitrato de amônio e nitrato de

cálcio. O nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de nitrato e de amônio (Marschner, 1995, Larcher, 2006), mas a assimilação de amônio requer menor custo energético do que a assimilação do nitrato (Bredemeier & Mundstock, 2000).

O efeito da salinidade sobre o desenvolvimento de plantas é atenuado pelos insumos orgânicos (Cavalcante et al., 2011; Diniz Neto et al., 2014). Estudos evidenciam que a utilização de biofertilizante bovino na formulação de substratos para formação de mudas pode mitigar ou atenuar parcialmente os efeitos da salinidade do solo, possibilitando a utilização de águas salinas durante a formação de mudas e crescimento das plantas (Cavalcante et al., 2010; Ould Ahmed & Moritani, 2010).

A aquisição de mudas com qualidade biológica e fitossanitária associada ao tipo e volume de substrato constituem estratégias para a obtenção de elevados rendimentos de uma cultura em termos de maior número de frutos por planta e maior massa média por fruto (Costa et al., 2011), bem como a qualidade da produção obtida.

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação, adubação nitrogenada e aplicações de esterco fermentado de bovino, sobre as características químicas do substrato e na qualidade de mudas de jaqueira mole.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**

A espécie *Artocarpus heterophyllus* comumente conhecida por jaca ou jaqueira é uma árvore frutífera da família Moraceae, suas folhas são alternas, coriáceas, inteiras e de coloração verde-escura intensa, muito espessas, de forma oblonga, oval ou elíptica, com 10 a 15 cm e até 20 cm de comprimento (Manica, 2002). A espécie é originária da floresta tropical da Malásia e do Oeste da Índia é normalmente encontrada no Sudoeste da Ásia (Elevitch & Manner, 2006) e em partes da África, Brasil, Suriname, Caribe, Flórida e da Austrália.

A jaqueira pode ser propagada por vários métodos, porém a propagação sexuada é a mais utilizada. A planta cresce melhor em solos de textura média, moderadamente ácidos a neutros e sem deficiência de drenagem, mas também pode se desenvolver em solos rasos, pedregosos e de baixa fertilidade (Elevitch & Manner, 2006). De acordo com os respectivos autores a jaqueira crescer de 8 a 25 m de altura, 3,5 a 6,7 m de diâmetro de copa e começa a produzir, em média, cinco anos após o plantio.

O fruto da jaqueira é rico em fibras e indicado para pessoas com problemas intestinais. É rico em cálcio, fósforo, ferro e vitaminas do complexo B, principalmente a vitamina B2 (Riboflavina) e também em vitamina B5 (Niacina). Segundo Torres Neto et al. (2006), apresenta alto conteúdo de carboidratos, potássio, magnésio e vitamina C.

### **2.2. Salinidade da água e seus efeitos no solo**

Nas regiões áridas e semiáridas, as altas taxas de sais solúveis e/ou sódio no solo são decorrentes das condições climáticas, topográficas e da natureza mineralógica do material de origem. A ação antrópica induz a salinização secundária pelas atividades agrícolas como, a adição de sais pelas irrigações com água de boa qualidade e às vezes com água inadequada, para agricultura (Medeiros et al., 2010; Cavalcante et al., 2012). Os problemas tomam-se mais graves quando associado ao manejo do sistema solo-água-planta, que independente da sua origem ou fonte, a água empregada na irrigação sempre contem sais, que variem consideravelmente em qualidade e quantidade (Richards, 1954; Horney et al., 2005; Holanda et al., 2010).

Nas áreas irrigadas a salinidade torna-se uma séria limitação à agricultura quando o balanço de sais revela uma maior entrada do que saída, indicando um aumento da concentração salina na área, que pode ser resultante da falta de drenagem. Nessas

condições a salinização do solo reduz o potencial osmótico da solução do solo, diminuindo a disponibilidade de água e aumentando a toxicidade de certos íons às plantas, como sódio, cloro e boro, conforme descrevem Ayers & Westcot, (1999), Rhoades et al. (2000).

Dentre os fatores da salinização, a adubação mineral também promove acúmulo de sais ao solo, nesse caso fontes de um mesmo nutriente possuem índices salinos distintos como observado entre ureia e sulfato de amônio. Como contido em Ayers & Westcot, (1999), Cavalcante (2000), o sulfato de amônio apesar de possuir menor índice salino que a ureia saliniza mais o solo porque reduz mais a pressão osmótica que a ureia, que modificam as propriedades físico-químicas do solo, já que quanto maior for o acúmulo de sais maiores serão os depauperamentos pela dispersão das argilas, perda da permeabilidade e diminuição do espaço poroso dificultando a dinâmica de água e ar no solo para o desenvolvimento radicular, além da ação tóxica específica de alguns íons como cloreto, sódio e nitrato (Queiróz et al., 1997; Almeida Neto et al., 2009).

### **2.3. Salinidade da água e seus efeitos nas plantas**

A salinidade pode prejudicar o desenvolvimento e crescimento das plantas de diferentes formas nos estágios de desenvolvimento (Prisco & Gomes Filho, 2010). As espécies e cultivares comportam-se de forma diferente à salinidade, isto é, cada espécie ou cultivar tolera até certa salinidade sem perda do crescimento vegetativo e da capacidade produtiva, conhecida como Salinidade limiar (Ayers & Westcot, 1999; Eloi et al., 2011).

Os efeitos degenerativos provocados pelos sais resultam em modificações nos mecanismos bioquímicos e fisiológicos das plantas, alterando, dentre outros, os teores foliares de clorofila e carotenóides, comprometendo a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento, o desenvolvimento, a produção e a adaptabilidade aos ambientes adversos (Cavalcante et al., 2011).

### **2.4. Adubação nitrogenada e a salinidade**

O nitrogênio (N) é considerado um elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (Mifflin & Lea, 1976; Harper, 1994). Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um

fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente.

O nitrogênio é absorvido pelas plantas tanto na forma de nitrato como de amônio (Larcher, 2006). Porém, a assimilação de amônio requer menor custo energético do que a exigência energética para a assimilação do nitrato (Bredemeier & Mundstock, 2000). A deficiência de nitrogênio provoca má formação e baixa densidade de clorofila nas folhas (Thomson & Weier, 1962), tendo como reflexos visuais a clorose generalizada e o estiolamento das plantas (Epstein & Bloom, 2006).

Dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, no sentido de maximizar a eficiência do seu uso, principalmente parcelando a adubação nitrogenada. Para tanto, tem-se procurado diminuir as perdas do nitrogênio no solo, bem como melhorar a absorção e a metabolização do N no interior da planta.

A aplicação de nitrogênio favorece o crescimento e a produção de mudas (Marques et al., 2006; Silva et al., 2010) além de poder interagir com a salinidade (Campos et al., 2010), atenuando efeitos danosos do excesso de sais. Porém, não se pode esquecer que a absorção e assimilação de nitrogênio pelas plantas são influenciadas pela fonte do fertilizante aplicado. Marques et al. (2006), observaram que o sulfato de amônio foi a fonte de nitrogênio que proporcionou maior crescimento em altura de mudas de Jacarandá-da-baía, seguido pelo nitrato de amônio e pelo nitrato de cálcio.

## **2.5. Biofertilizante e a salinidade da água de irrigação**

A fertirrigação é uma técnica que além de permitir a flexibilização da época de aplicação dos nutrientes, possibilita o fracionamento, conforme a necessidade da cultura nas suas diversas fases de desenvolvimento, resultando em maior eficiência da fertilização, além do mais, permite a aplicação da água e dos adubos diretamente na zona de maior concentração de raízes, onde consequentemente o sistema radicular é mais ativo (Cavalcante et al., 2011).

As possibilidades de inovações viabiliza, com a utilização da fertirrigação, sua aplicação no manejo orgânico do solo. Entre os produtos orgânicos utilizados na fertirrigação estão aqueles a base de substâncias húmicas e os biofertilizantes. Trabalhos científicos sobre a resposta de cultivos agrícolas à aplicação de substâncias húmicas



estão se tornando mais frequentes na literatura devido os resultados promissores desses produtos no solo e nas plantas conforme Lithourgidis et al. (2007).

Segundo Gondim et al. (2010), Tawfik et al. (2011) e Singh et al. (2011) o biofertilizante de esterco bovino quando interage com o solo, apresenta propriedades capazes de exercer efeito de condicionador, atuando como fertilizante corretivo e inoculante microbiológico e provocando redução na diferença de potencial osmótico entre as plantas e o meio. A utilização do biofertilizante como produto orgânico aplicado no solo, pode promover incremento na produtividade, redução dos custos de produção e melhoria na qualidade do produto colhido (Pinto et al., 2008).

## **2.6. Qualidade de mudas**

A produção de mudas constitui-se num dos importantes pré-requisitos do sistema produtivo, que influencia diretamente no desempenho das plantas e conseqüentemente no sucesso da produção de qualquer cultura em especial culturas de clima tropical (Mesquita et al., 2012). Nesse sentido, pelo menos três requisitos devem ser adotados para a produção de um material biológico de procedência confiável e de boa qualidade: sementes homogêneas e adequadas sanitariamente, composição e volume do substrato e qualidade da água de irrigação.

A nutrição adequada de mudas e plantas em produção, propicia uma maior resistência ao ataque de pragas e doenças, toleram melhor períodos de seca e outros estresses, além de elevar a produtividade e a qualidade dos frutos (Dias et al., 2012). A adubação realizada nos viveiros de mudas, porém, ainda é feita de maneira empírica, empregando-se formulações e doses iguais em todas as plantas, sem distinção de cultivar ou mesmo de idade.

O índice de qualidade de Dickson é determinado em função da altura da parte aérea, do diâmetro do caulinar, massa da matéria seca da parte aérea e da massa da matéria seca das raízes (Dickson et al., 1960). Este índice é um bom indicador da qualidade de mudas, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, pois são considerados vários parâmetros importantes (Fonseca et al., 2002). O índice de qualidade de Dickson é mencionado como uma medida morfológica integrada e vem sendo apontado como um indicador confiável da qualidade de mudas, por considerar para o seu cálculo o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros (Fonseca et al., 2002).

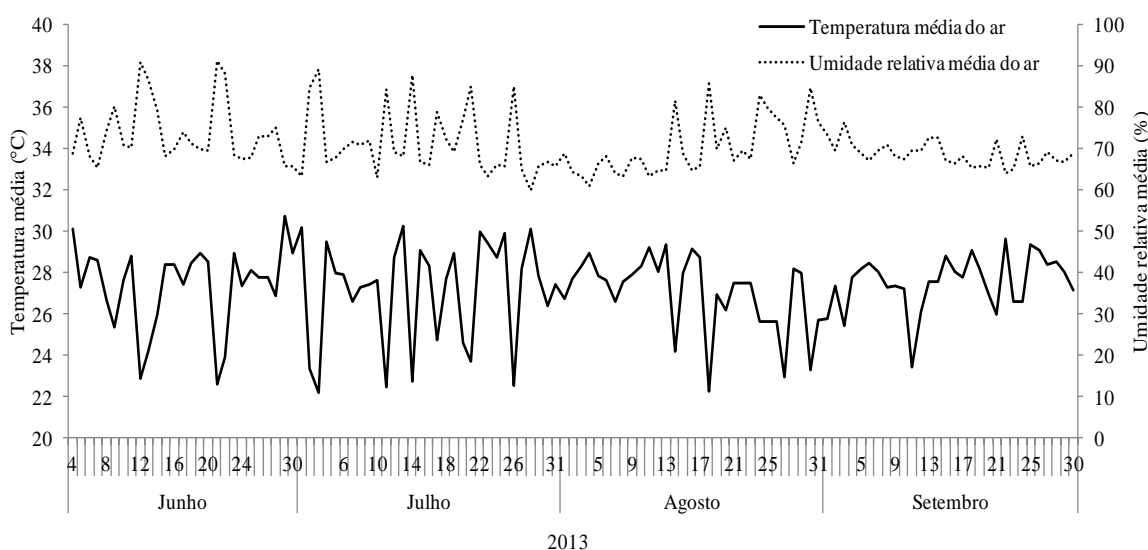
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local da pesquisa

O trabalho foi desenvolvido no período de junho a setembro de 2013 em estufa telada do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no município de Areia-PB. O município está inserido na Microrregião do Brejo Paraibano, situado pelos pontos de coordenadas geográficas: latitude 6° 58' 12'' S, longitude 35° 42' 15'' W do Meridiano de Greenwich e na altitude de 619 metros.

O clima do município é do tipo As' conforme Gondim & Fernández (1980), que significa quente e úmido, com valores médios de temperatura e umidade relativa do ar de 25°C e 75%, nos meses mais quentes, e de 21,6°C e 87% nos meses mais frios. A precipitação histórica média da região é da ordem de 1.200 mm anuais, com chuvas concentradas no período de março a agosto.

Os dados de temperatura média e umidade relativa média do ar, no interior do ambiente, foram monitorados diariamente durante a condução do experimento com auxílio do Data Logger® (modelo HT-500) da Instrutherm, dados da Figura 1.



**Figura 1** – Valores médios diários de temperatura do ar e umidade relativa do ar no interior da estufa telada do Departamento de Solos e Engenharia Rural.

#### 3.2. Clima e substrato

Como substrato foi utilizado o material de um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura franco - argilo - arenosa coletado na camada de 0-20 cm de profundidade. Após a coleta, o material foi posto para secar ao ar e à sombra, em seguida, passado em

peneira de malha de 2 mm. Antes da instalação do experimento o substrato foi caracterizado física e quimicamente quanto à fertilidade, utilizando as metodologias contidas em EMBRAPA (2011) e os resultados estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos, quanto à Fertilidade, e físicos do substrato constituído por um Latossolo Vermelho-Amarelo, Areia – PB.

Atributos químicos											
pH em H <sub>2</sub> O	CEes	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	P	M.O.
(1:2,5)	dS m <sup>-1</sup>	----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----					-----			mg dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>
4,9	0,05	1,58	2,36	0,03	0,80	0,09	7,83	4,06	11,99	13,5	17
Atributos físicos											
Areia	Silte	Argila	Dens. do solo	Dens. da partícula	Porosidade	Umidade		Classe textural			
g kg <sup>-1</sup>			----- kg dm <sup>-3</sup> -----	-----	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	0,33 atm	15 atm				
552	101	347	1,11	2,67	0,59	23,00	14,65	Franco Arg. Arenosa			

CE<sub>es</sub> = Condutividade Elétrica do Extrato de Saturação; M.O. = Matéria Orgânica

### 3.3. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, arranjos no esquema fatorial 5 x 3 x 2, referente à condutividade elétrica da água de irrigação, a adubação nitrogenada e a aplicação de biofertilizante, em três blocos e cada unidade amostral formada por três mudas, totalizando 90 parcelas experimentais e 270 plântulas para avaliação.

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram de 0,3; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, obtidos pela dissolução dos sais de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O), cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) e cloreto de potássio (KCl) na respectiva proporção de 6:2:1:1, com os graus de pureza de 95% para o cloreto de sódio e 99% para as demais fontes salinas.

A adubação nitrogenada contou da ausência (N<sub>1</sub>) e da aplicação de 150 mg dm<sup>-3</sup> de N no substrato na forma de sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), parcelada em duas aplicações iguais aos 60 e 75 dias após a semeadura (DAS). Os níveis de biofertilizante foram sem e com o insumo orgânico aplicado na forma líquida, na proporção de 10% do volume do substrato equivalente a 130 mL em duas aplicações de 50%, a primeira 48 horas antes e a segunda 30 DAS.

O biofertilizante comum, também conhecido como esterco líquido fermentado de bovino, foi produzido em biodigestor com capacidade para 240 litros, misturando-se 100 L de esterco fresco de bovino juntamente com 100 L de água não salina (0,3 dS m<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>), mantendo-se o recipiente hermeticamente fechado durante 30 dias, em local sombreado para fermentação anaeróbica, conforme recomendação de Silva et al. (2007). Por ser aplicado na forma líquida, o biofertilizante foi avaliado com metodologias utilizadas para água de irrigação, com base no pH, condutividade elétrica a 25°C e nos teores solúveis de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ , Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição química do biofertilizante bovino utilizado nas duas aplicações ao solo, Areia–PB.

Análise do biofertilizante												
pH	CE	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	RAS	Class.	
25°C	$\text{dS m}^{-1}$	-----					$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	-----				$(\text{mmol L}^{-1})^{-1/2}$
7,48	4,22	12,50	5,38	18,88	14,96	1,40	0,00	0,00	28,50	6,31	C <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	

CE= Condutividade Elétrica; RAS = Razão de adsorção de sódio  $\{\text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{-1/2}\}$ .

### 3.4. Condução do experimento

As sementes de jaca variedade mole, foram adquiridas a partir de frutos selecionados com base no tamanho, maturação completa e massa de fruto, oriundos de um pomar no município de Areia–PB.

Os recipientes foram garrafas pets de capacidade para 2 L, cortadas na parte superior e furadas no fundo para ocorrer a drenagem, revestidas com papel alumínio e preenchidos por uma camada de 5 cm de brita e areia grossa e acondicionado 1,3 L do substrato seco ao ar.

Em cada recipiente foi semeado uma semente. A emergência das plântulas iniciou-se aos 18 dias após a semeadura, estabilizando-se aos 31 dias após a semeadura. As irrigações foram feitas diariamente pelo processo de pesagem repondo-se a cada 24 horas o volume de água evapotranspirada no dia anterior de modo a manter o substrato com umidade o mais próximo possível do nível de capacidade de campo.

### 3.5. Avaliações

#### 3.5.1. No substrato

Ao final do experimento foi retirado todo o substrato e coletadas amostras simples de um recipiente por unidade amostral onde determinou-se a condutividade elétrica do extrato aquoso ( $\text{CE}_{\text{ea}}$ ) e pH na proporção solo:água de 1:1, como trabalharam Souza et al. (2013).

### 3.5.2 Nas mudas

As avaliações de crescimento e fisiológicas foram realizadas aos 85 dias após a semeadura.

#### 3.5.2.1 Altura e diâmetro caulinar

A altura foi medida, com auxílio de régua milimetrada, compreendida a distância entre o colo e a extremidade apical da muda. Na mesma idade das plantas, foi medido o diâmetro do caule, no colo da planta utilizando um paquímetro digital 6"150 mm DC-60 Western®.

#### 3.5.2.2 Número de folhas e área foliar

Foram contadas as folhas emitidas pelas plantas. A área foliar foi determinada a partir de medidas lineares, conforme equação abaixo.

$$AF = NF \times C \times L \times f$$

Onde:

AF = Área foliar;

NF = Número de folhas;

C = Comprimento médio das folhas (cm);

L = Largura média das folhas (cm);

f = Fator de correção.

O fator de correção foi calculado conforme Ashley et al. (1963).

#### 3.5.2.3. Índices de clorofila *a*, *b* e total

Leituras diretas, pelo método não destrutivo, foram realizadas com o clorofiLOG®, obtendo-se os índices de clorofila *a*, *b* e total. As leituras foram realizadas em uma folha de cada planta, no ápice, porção mediana e base das folhas completamente expandidas, na parte mediana das mudas de jaqueira, aos 85 DAS.

#### 3.5.2.4. Massa da matéria seca

Ao final do experimento, as mudas foram retiradas do substrato e divididas em raízes, caule e folhas, acondicionadas individualmente em sacos de papel devidamente identificados e postas a secar em estufa com circulação de ar, à temperatura de 65°C, até obter a massa seca constante de cada órgão, utilizando uma balança semianalítica com

precisão de 0,01 g. A partir dos respectivos dados, foram somadas a massa seca da raiz e da parte aérea para obtenção da massa seca total.

### 3.5.2.5. Índices fisiológicos

Os índices fisiológicos calculados foram: área foliar específica (AFE), obtido pela relação entre a área foliar e a biomassa seca das folhas e relação de área foliar (RAF), pela relação entre a área foliar e a biomassa seca total (Benincasa, 2003).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função do crescimento em altura e diâmetro, biomassa seca total, da parte aérea e das raízes, por meio da fórmula de Dickson et al. (1960).

$$IQD = \frac{MMST}{\frac{H}{D} + \frac{MMSR}{MMSPA}}$$

Onde:

MMST = Massa da matéria seca total (g);

H = Altura (cm);

D = Diâmetro do caule (mm);

MMSR = Massa da matéria seca da raiz (g);

MMSPA = Massa da matéria seca da parte aérea (g).

### 3.6. Avaliação Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliar os efeitos significativos dos fatores e de suas interações através do teste F ( $p \leq 0,05$ ). Os efeitos quantitativos da condutividade elétrica da água de irrigação foram testados por regressão, utilizado o teste F para verificar a significância dos contrastes ortogonais, admitindo-se erro de até 5% de probabilidade e escolhendo-se o modelo com maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Diferenças entre as aplicações de biofertilizante foram determinadas a partir do teste F ( $p \leq 0,05$ ) e das adubações nitrogenadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), empregando o software SAS<sup>®</sup> versão 9.2.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resumo de análise de variância podem ser observadas as interações e os efeitos isolados dos fatores estudados, condutividade elétrica da água de irrigação, adubação nitrogenada e aplicação de biofertilizante (Tabela 3, anexo). Em síntese pode-se verificar que a interação entre os três fatores foi não significativa, como também entre a condutividade elétrica da água de irrigação x aplicação de biofertilizante. Para a interação condutividade elétrica da água de irrigação x nitrogênio o efeito foi não significativo, exceto para as variáveis altura, massa da matéria seca da raiz, parte aérea e total. Em relação a interação nitrogênio x biofertilizante, apenas para a razão da área foliar.

Para os fatores isolados, observou-se que o biofertilizante não influenciou nenhuma variável. O nitrogênio influenciou apenas a condutividade elétrica e o pH do substrato, e os índices de clorofilas *b* e total nas folhas das mudas de jaqueira mole. Em relação a condutividade elétrica da água de irrigação constatou-se que teve efeito sobre as variáveis do substrato e na formação das mudas.

A condutividade elétrica do extrato aquoso do substrato (Figura 2) se elevou devido a condutividade elétrica da água de irrigação, sendo que os valores quando se usou o sulfato de amônia (N<sub>2</sub>) foi maior que quando utilizou a ureia (N<sub>3</sub>) e na ausência de adubação nitrogenada (N<sub>1</sub>), nesta ordem, respectivamente.

Quando comparado com a condutividade elétrica inicial do solo antes da aplicação dos tratamentos, constata-se aumento do nível salino, 0,05 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 2), para 2,95, 2,81 e 2,93 dS m<sup>-1</sup> com a água de irrigação de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, na ausência de adubação (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônia (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), respectivamente. Esses valores apesar de baixos não expressão a real condição salina do solo, uma vez que no extrato aquoso de 1:1 o substrato está supersaturado e o valor da condutividade elétrica é muito mais baixo do valor do extrato de saturação respectivamente, sendo classificados como não salino (Richards, 1954).

Ao considerar que a umidade do extrato aquoso é de 100% (massa de água = massa de solo) e da pasta saturada no máximo 30%, pela equação:

$$CE_{\text{Eaq}} \times U_{\text{Eaq}} = CE_{\text{Es}} \times U_{\text{ps}}$$

Onde:

CE<sub>Eaq</sub> = Condutividade elétrica do extrato aquoso;

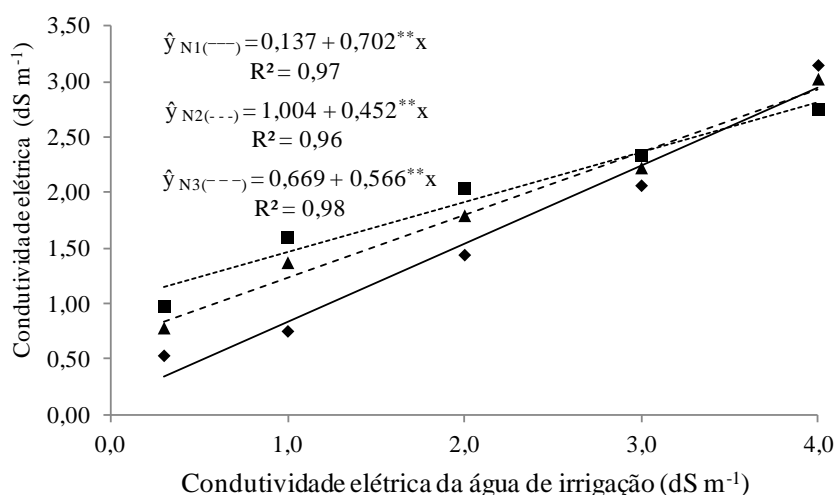
U<sub>Eaq</sub> = Umidade em massa do extrato aquoso;

CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação;

Ups = Umidade em massa da pasta saturada.

Obtêm-se os valores mais próximos referentes ao extrato de saturação. Nesse sentido, os valores de 0,05; 2,81; 2,93 e 2,95 dS m<sup>-1</sup> corresponderiam provavelmente a 0,17, 9,37, 9,77 e 9,83 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente referentes ao extrato de saturação do substrato antes da aplicação dos tratamentos, tratado com sulfato de amônio, com ureia e ao solo sem nenhuma fonte nitrogenada. Pela comparação verifica-se que o solo expressaria uma condição não salina, de condutividade elétrica abaixo de 4 dS m<sup>-1</sup>, entretanto, os valores mais prováveis são expressivamente maiores e indicam que o caráter salino do substrato foi elevado de não salino (CE<sub>es</sub> < 4 dS m<sup>-1</sup>), para até fortemente salino (16 dS m<sup>-1</sup> > CE<sub>es</sub> > 8 dS m<sup>-1</sup>), conforme Richards (1954), havendo nessas condições comprometimento o crescimento, a atividade fotossintética das plantas, com reflexos negativos na qualidade das plantas em geral (Munns & Tester, 2008; Taiz & Zeiger, 2010).

Os níveis de salinidade utilizados prejudicam a germinação das sementes e a formação das mudas das plantas sensíveis à salinidade, principalmente durante o crescimento inicial das plantas (Ayers & Westcot, 1999). Tendências semelhantes foram observadas por Nascimento (2010), trabalhando com maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) em solo com biofertilizante bovino e água de irrigação com salinidade de 4,0 dS m<sup>-1</sup> e por Souto et al. (2013), em plantas de noni (*Morinda citrifolia* L.) em solo com biofertilizante bovino e água com salinidade de até 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

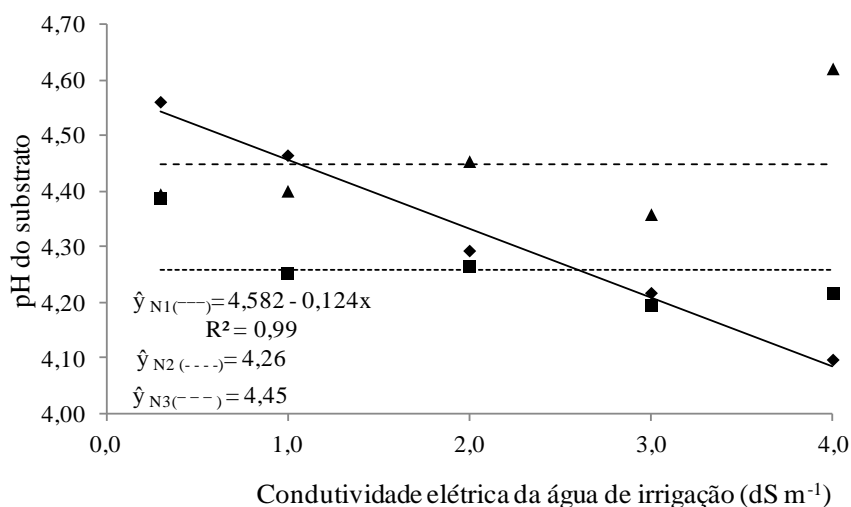


**Figura 2.** Condutividade elétrica do extrato aquoso do solo (CE<sub>1.1</sub>), ao final do experimento, no substrato sem nitrogênio (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.



Constatou-se a redução do pH com o aumento dos níveis salinos das águas de irrigação (Figura 3), quando não foi fornecido nitrogênio. O valor máximo do pH do substrato de 4,55 foi registrado quando irrigou-se com a água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> na ausência de nitrogênio. No substrato com mudas tratadas com sulfato de amônia (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>) os valores do pH não se adequaram a nenhum modelo de regressão, motivo pelo qual foram representados pelos valores médios de 4,26 e 4,45, respectivamente.

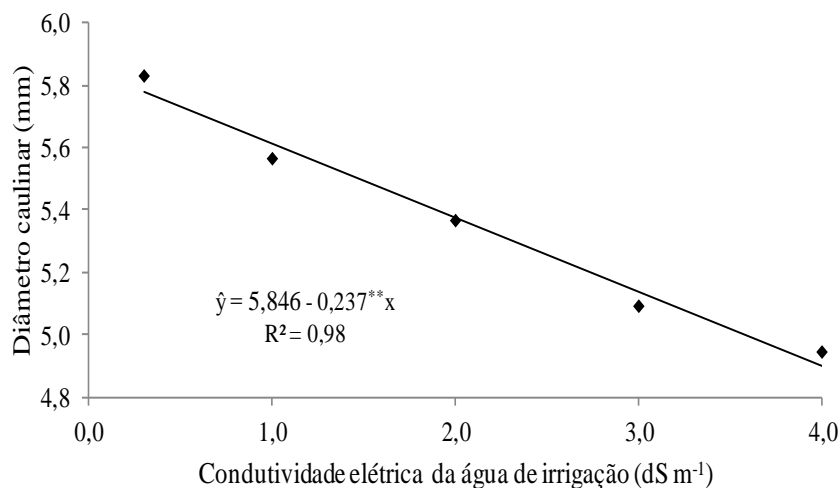
A água salina enriquecida em cátions (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>) deslocou o H<sup>+</sup> para a solução do substrato aumentando sua concentração e conseqüentemente o pH do meio. Essa dissociação é devida tanto à massa de cátions adicionada, como também pelo poder de adsorção, refletindo pelo raio de hidratação do íon. Essa situação pode ocasionar o incremento da concentração de eletrólitos na solução do solo, contribuindo para a diminuição do pH como apresentam Santos (1995) e Holanda et al. (2010).



**Figura 3.** Valores de pH do substrato ao final do experimento no solo sem nitrogênio (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

O diâmetro do caule ao nível do solo das mudas de *A. heterophyllus* foi afetado apenas pela salinidade da água de irrigação (Figura 4), onde se estima que o incremento da salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup> para 4,0 dS m<sup>-1</sup> proporcionou redução no diâmetro caulinar de 5,78 mm para 4,90 mm, sendo a perda de aproximadamente 15,23%. De acordo com Elevitch & Manner (2006), mudas de *A. heterophyllus* atingem ponto ideal para

transplântio quando possuem 9 mm de diâmetro do caule, obtido entre 90 e 120 dias após a sementeira. Moraes et al. (2012), estudando fontes e doses de esterco, obtiveram valores entre 4,44 e 5,13 mm no diâmetro caulinar em mudas de jaca na avaliação realizada aos 90 dias após a sementeira.

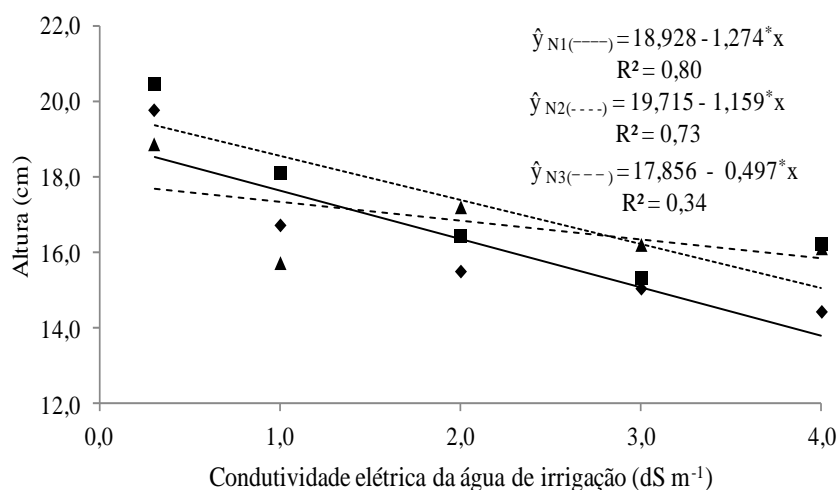


**Figura 4.** Diâmetro caulinar de mudas de jaqueira em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

Para a altura à medida que a condutividade elétrica da água de irrigação, independente da adubação nitrogenada, houve um decréscimo linear em altura das mudas (Figura 5). A elevação da salinidade da água promoveu a redução do crescimento das plantas devido aos efeitos osmóticos dos sais e da ação específica dos íons sobre o protoplasma (Larcher, 2006). Em mudas de pinhão manso (Cavalcante et al., 2011) e de oiticica (Diniz Neto et al., 2014) também observaram efeitos prejudiciais da salinidade da água ao crescimento das plantas.

Verificou-se superioridade em altura das mudas que receberam adubação nitrogenada com sulfato de amônio até a dose máxima estimada de 2,81 dS m<sup>-1</sup>, proporcionando um diâmetro caulinar de 16,46 mm, com essa condutividade elétrica da água o diâmetro caulinar foi igual tanto para as mudas tratadas com sulfato de amônia, como as tratadas com ureia. Esse fato pode estar associado à absorção de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, contido no sulfato de amônio, sofrer antagonismo especialmente de cloretos que estão presentes na água de irrigação. Entretanto, se a água de irrigação utilizada tiver condutividade elétrica maior que 2,81 dS m<sup>-1</sup> é preferível utilizar a ureia na dosagem de 150 mg dm<sup>-3</sup> como fonte de nitrogênio para as mudas.

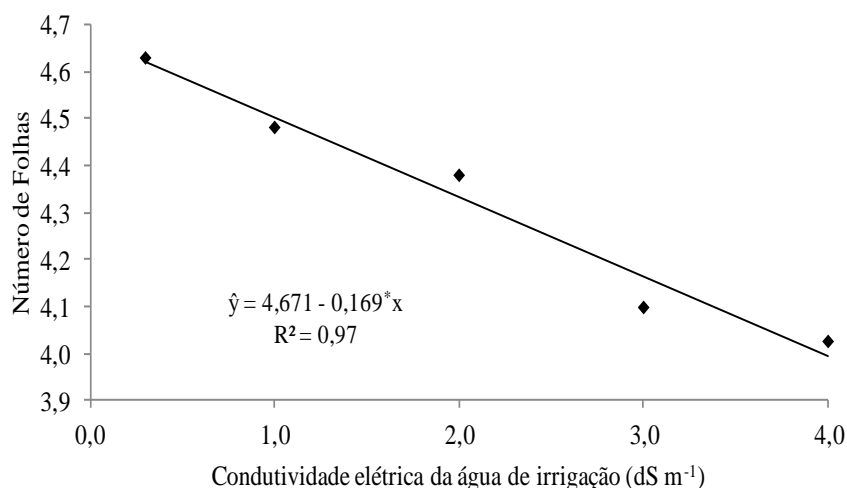
A fonte de nitrogênio pode afetar a absorção e assimilação deste nutriente pelas plantas. Estudando fontes e doses de nitrogênio em jacarandá da Bahia Marques et al. (2006), observaram que o sulfato de amônio favoreceu o crescimento em altura das mudas, seguido pelo nitrato de amônio e pelo nitrato de cálcio. Porém a elevação da salinidade reduz a absorção de nitrogênio, como também observado por Silva et al., (2009) estudando mudas de pinhão manso. A altura indicada para mudas de *A. heterophyllus* serem levadas ao campo é de 20 cm, conforme Elevitch & Manner (2006).



**Figura 5.** Altura de mudas de jaqueira aos 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>) em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

A emissão de folhas pelas mudas de jaqueira foi inibida apenas pela salinidade da água de irrigação. Estima-se redução na produção de folhas de 13,64% com a elevação da condutividade da água de irrigação de 0,3 dS m<sup>-1</sup> para 4,0 dS m<sup>-1</sup>, correspondentes as respectivas estimativas de 4,62 e 3,99 folhas por muda (Figura 6).

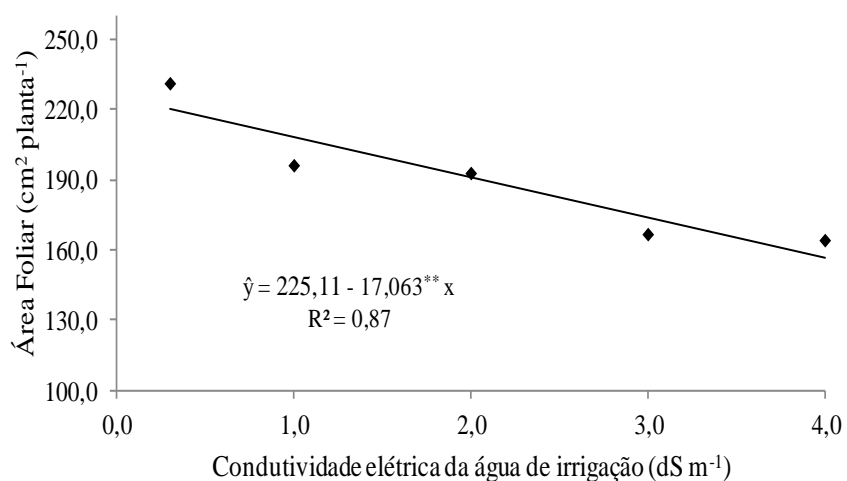
Avaliando fontes e doses de esterco Moraes et al. (2012), obtiveram em mudas de jaqueira, em média, de 3,4 a 6,4 folhas aos 90 dias após a semeadura. Os respectivos autores observaram que o aumento da proporção de esterco bovino no substrato inibiu a emissão de folhas nas mudas, ocasionado pela elevação da salinidade e do conteúdo de sódio trocável.



**Figura 6.** Número de folhas de mudas de jaqueira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

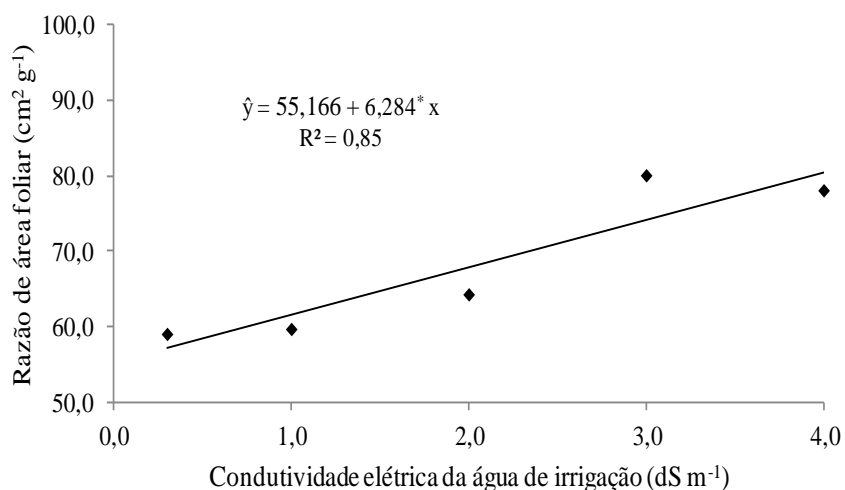
Houve uma diminuição linear da área foliar com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Utilizando água de irrigação de boa qualidade, apresentou uma elevação máxima de 220 cm<sup>2</sup> na área foliar no nível salino de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, já com a condutividade de 4 dS m<sup>-1</sup> atingiu 157 cm<sup>2</sup>, redução percentual de 28,6%.

A diminuição da superfície foliar de acordo com Gaturuku et al. (2011) está relacionada a uma alteração na taxa de expansão das células em vez de uma mudança na taxa de produção celular. Resultados semelhantes de redução de área foliar em função do estresse salino foram observados por Sá et al. (2013) e Diniz Neto et al. (2014).



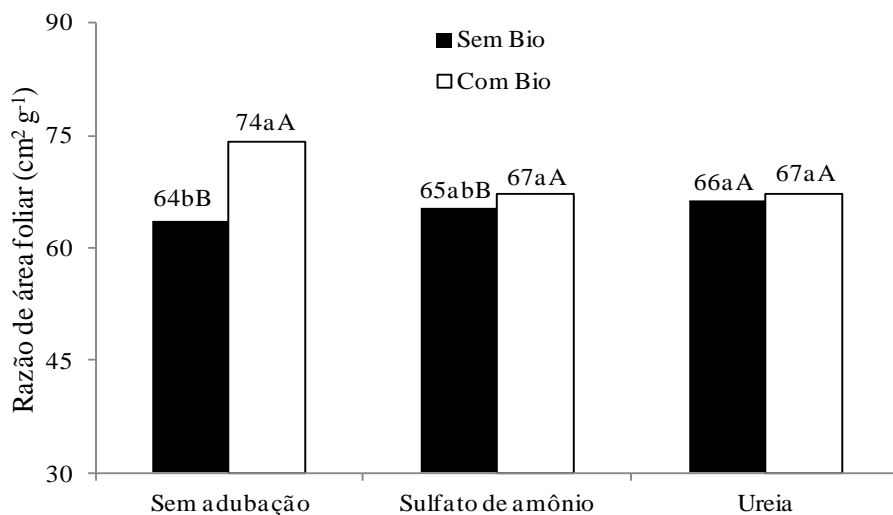
**Figura 7.** Área foliar de mudas de jaqueira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

A razão de área foliar foi elevada em função do aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 8). Essa variável representa a área foliar útil para a fotossíntese (Benincasa, 2003), onde menores valores de RAF indicam maior eficiência das folhas em produção de biomassa. Sob condições de estresse salino, o aumento dos valores da RAF reflete em menores valores de matéria seca, pois a massa do tecido está diretamente relacionada à demanda de água e ao transporte de íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  para a parte aérea (Azevedo Neto & Tabosa, 2000).



**Figura 8.** Razão de área foliar de mudas de jaqueira, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

Também observou-se que o substrato com biofertilizante os valores de RAF foram superiores que na ausência do insumo, independente da utilização ou não de nitrogênio (Figura 9). O aumento da RAF representa uma elevada transpiração, aumentando assim a demanda de água e a concentração de íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  na parte aérea das plantas. Diante disso, sob condições de estresse salino, o aumento dos valores da RAF reflete em menores valores de matéria seca, pois a massa do tecido está diretamente relacionada à demanda de água e ao transporte de íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  para a parte aérea (Azevedo Neto & Tabosa, 2000) e expressa à área foliar útil para fotossíntese (Benincasa, 2003).

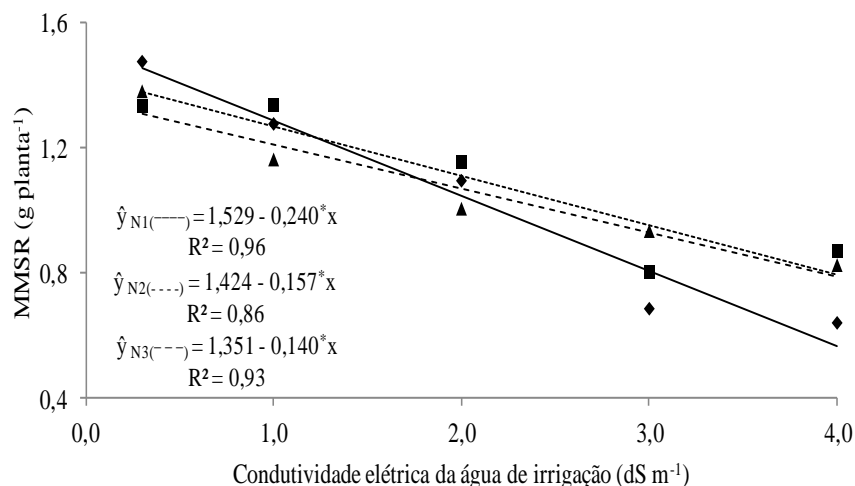


**Figura 9.** Razão de área foliar de mudas de jaqueira, em relação às fontes de nitrogênio e aplicação de biofertilizante.

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na mesma fonte de adubação não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Médias seguidas por mesma letra minúsculas entre fontes de adubação não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

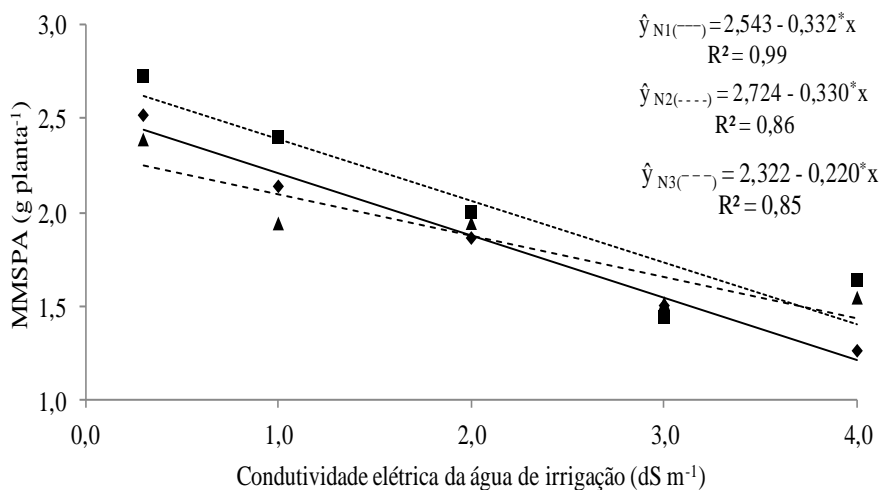
A produção de matéria seca de raiz decresceu em função do aumento da concentração de sais na água de irrigação, apresentando maiores perdas nos tratamentos sem adubação nitrogenada (Figura 10). A irrigação com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  no substrato sem adubação nitrogenada proporcionou aumento da biomassa seca das raízes até o maior valor estimado de  $1,46 \text{ g planta}^{-1}$  de biomassa seca da raiz. A utilização de águas de condutividade elétrica superior a este valor comprometeu a produção de biomassa radicular pelas plantas, provocando uma perda de aproximadamente 61%. Contudo, esse declínio é comum na maioria das plantas que sofrem um estresse salino, a exemplo da mamoneira (Santos et al., 2013) e feijão-de-corda (Silva et al., 2011).



**Figura 10.** Massa da matéria seca de raiz (MMSR) de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

O aumento da salinidade da água de irrigação inibiu a produção de massa da matéria seca da parte aérea (Figura 11). Nas plantas que não receberam adubação nitrogenada, os valores de MMSPA foram reduzidos de 2,44 para 1,22 g planta<sup>-1</sup> em relação ao decréscimo de 2,63 para 1,40 g planta<sup>-1</sup> nas plantas adubadas com sulfato de amônio, e de 2,26 para 1,44 g planta<sup>-1</sup> nas plantas adubadas com ureia, resultando em perdas de 50%, 46,8% e 36,3%, respectivamente. As plantas adubadas com sulfato de amônio sofreram menos com os efeitos da salinidade da água de irrigação que as plantas adubadas com ureia e as que não receberam adubação.

Munns & Tester (2008) relatam que a inibição na produção de biomassa das plantas do joá vermelho em condições salinas pode ser atribuída à redução da fotossíntese; os efeitos deletérios da salinidade são observados, em sua maioria, na redução do número e tamanho das folhas de plantas, principalmente com o aumento da concentração salina da solução e a toxicidade pela alta concentração de sais no ambiente radicular.

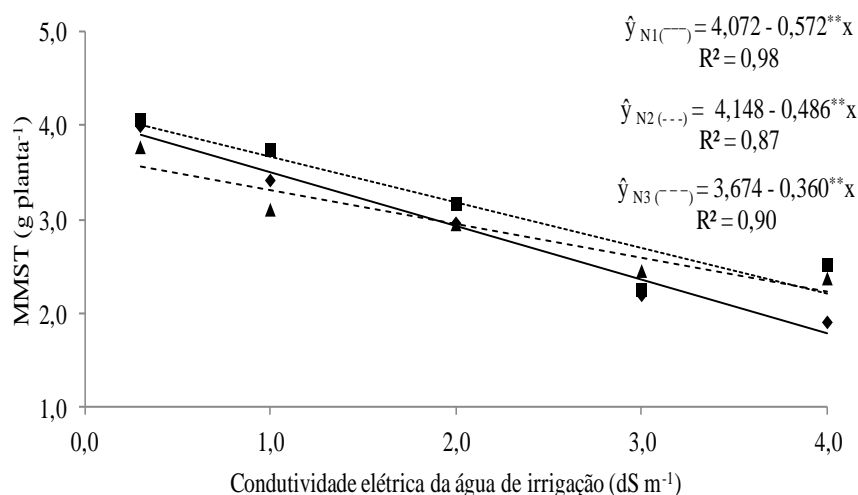


**Figura 11.** Massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA) de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

As mudas de jaqueira, tiveram a produção de biomassa seca total inibida linearmente com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, com valores estimados de 3,90 para 1,78 g, de 4,00 para 2,20 g e de 3,57 para 2,23 g, para as mudas que não receberam adubação nitrogenada, adubadas com sulfato de amônio e ureia, totalizando perdas de biomassa seca total de 54,4%, 45% e 37,5%, respectivamente, sendo as mudas irrigadas com águas de 0,3 a 4,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 12).

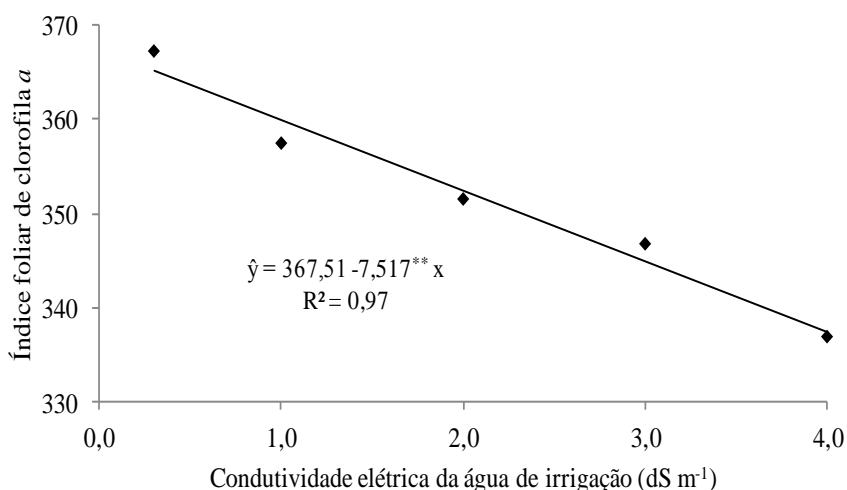
Estes decréscimos corroborados por Graciano et al. (2011) ao relatarem que o aumento da concentração salina da água de irrigação aplicada ao solo diminui progressivamente a produção de biomassa. Santos et al. (2012), também observaram redução na MMST de plantas de amendoim com o aumento da salinidade da água de irrigação.





**Figura 12.** Massa da matéria seca total (MMST) de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

A elevação da salinidade da água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> para 4,0 dS m<sup>-1</sup>, prejudicou a capacidade clorofilática das mudas, proporcionando uma amplitude de variação de 365,25 a 337,44 no índice de clorofila *a*, provocando perdas de 7,61% (Figura 13). De acordo com Silveira et al. (2010) a redução na biossíntese de clorofilas pode ser uma resposta aclimatativa ao estresse no sentido de economia de energia e menor captação de energia luminosa, para evitar estresse foto-oxidativo, e não um efeito danoso em si.

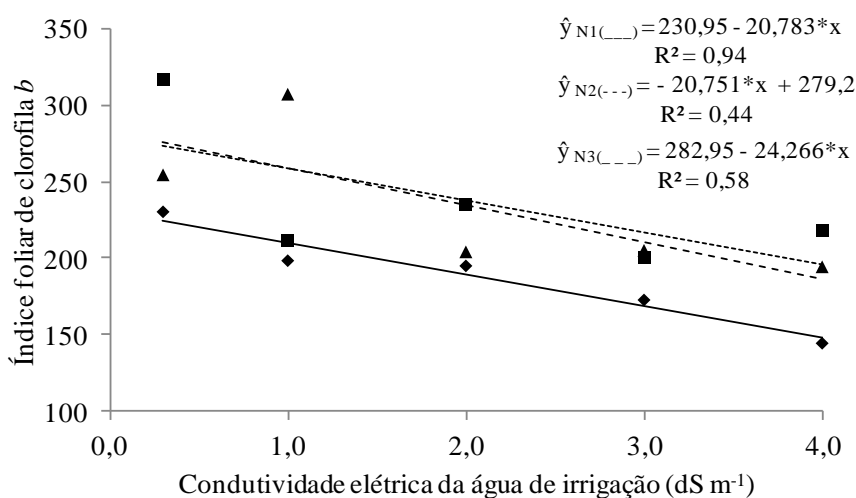


**Figura 13.** Índice foliar de clorofila *a* em folhas de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

Observou-se decréscimo no índice de clorofila *b* com o aumento da salinidade da água de irrigação, independentemente do nível de adubação nitrogenada. Em termos

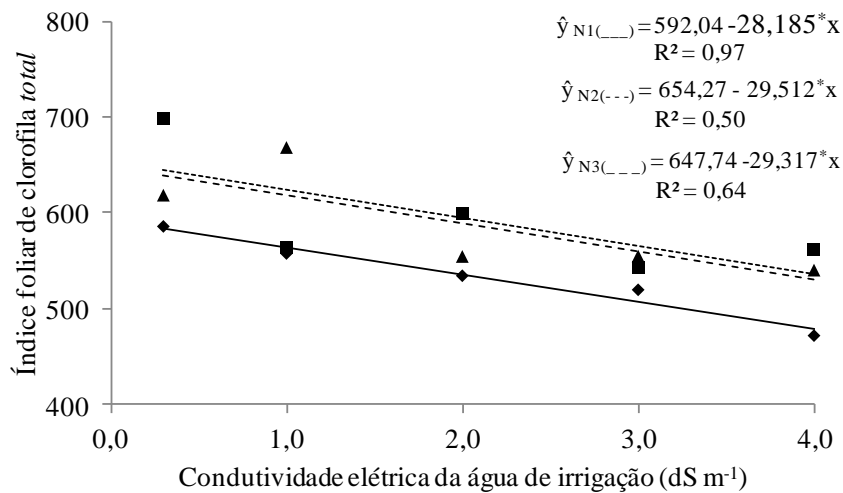
percentuais, as reduções foram de 34,2%, 28,1% e 32,5% no solo sem adubação nitrogenada ( $N_1$ ) e quando aplicado nitrogênio nas formas de sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), respectivamente ao se elevar a condutividade elétrica da água de 0,3 a 4,0  $dS\ m^{-1}$  (Figura 14).

Os menores valores de clorofila *b* foram encontrados nas plantas que não receberam adubação nitrogenada. Avaliando o estresse salino no crescimento e nutrição de gliricídia, Farias et al. (2009) observaram redução nos teores de nitrogênio nas folhas das mudas com a elevação da salinidade. Sendo que a absorção de nitrogênio está relacionada a produção de clorofila, como observado por Prado & Vale (2008) em porta enxerto de limão cravo.



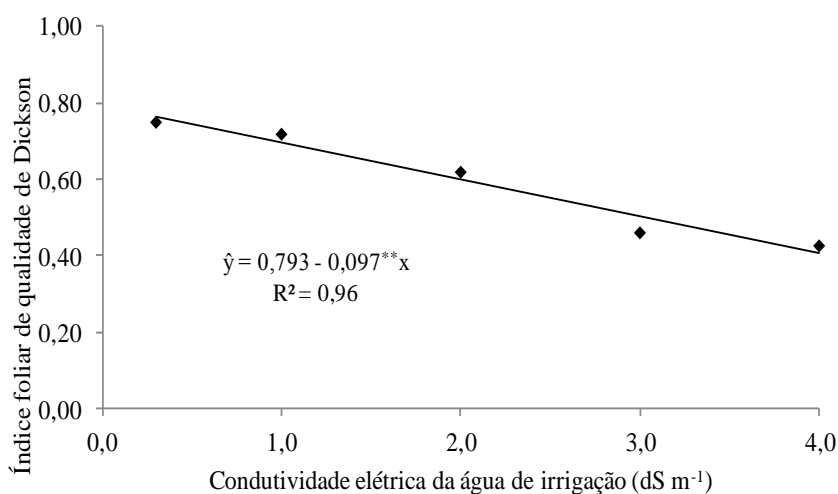
**Figura 14.** Índice de clorofila *b* de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio ( $N_1$ ), com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e ureia ( $N_3$ ), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

Em termos percentuais as perdas corresponderam a 17,9%, 16,9% e 17,0% para os níveis de adubação, sem aplicação de nitrogênio ( $N_1$ ), adubação com sulfato de amônio ( $N_2$ ) e adubação com ureia ( $N_3$ ), respectivamente (Figura 15). Em mudas de gliricídia Farias et al. (2009), observaram redução nos teores dos macronutrientes em raízes e folhas com a elevação da salinidade. A salinidade além de provocar redução na absorção dos macronutrientes favorece a absorção de sódio, (Fernandes et al., 2010), que exerce efeito tóxico às plantas. Um dos primeiros efeitos da salinidade em mudas de *A. heterophyllus* se atribui a redução no conteúdo foliar de clorofila, que acarreta diminuição da atividade fotossintética e consequentemente redução do crescimento e produção de biomassa.



**Figura 15.** Índice foliar de clorofila *total* de mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, sem nitrogênio (N<sub>1</sub>), com sulfato de amônio (N<sub>2</sub>) e ureia (N<sub>3</sub>), em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

O aumento da salinidade da água de irrigação promoveu perdas significativas em qualidade das mudas de jaca, como apresentado pelo índice de qualidade de Dickson (Figura 16). O maior valor estimado de índice de qualidade de Dickson foi de 0,76, com a utilização da água de irrigação de condutividade elétrica 0,3 dS m<sup>-1</sup>. As plantas que foram irrigadas com água de condutividade elétrica superior a 0,3 dS m<sup>-1</sup> tiveram sua qualidade comprometida. O índice de qualidade de Dickson é tradicionalmente utilizado na produção de mudas de espécies florestais, mas as mesmas características que compõe o IQD são importantes para a produção de mudas frutíferas (Dias et al., 2012).



**Figura 16.** Índice de qualidade de Dickson em mudas de jaqueira, 85 dias após a semeadura, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

## **5. CONCLUSÕES**

A interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação x nitrogênio x biofertilizante não exerce ação significativa sobre as alterações químicas do substrato, sobre a formação e qualidade das mudas de jaca mole.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação eleva a salinidade do substrato, reduz o pH e compromete a formação e a qualidade das mudas de jaca mole.

A adubação nitrogenada favorece a salinização e acidificação do substrato, mas não influencia na formação e qualidade de mudas.

A aplicação de nitrogênio, independente da fonte mineral, favorece o aumento dos teores foliares de clorofila em mudas de jaca mole.

O biofertilizante de esterco de bovino no substrato não interfere nas características químicas do substrato, na formação e qualidade de mudas de jaca mole.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA NETO, O. B.; MATOS, A. T.; ABRAHÃO, W. A. P.; COSTA, L. M.; DUARTE, A. Influência da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de latossolos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.33, n. 6, p.1571-1581, 2009.

ASHARAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n. 1, p. 3-16, 2004.

ASHLEY, D. A.; DOSS, B. D.; VENNETT, O. L. A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, v.25, p. 484 – 585, 1963.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura. Campina Grande**: Universidade Federal da Paraíba, 1999. p.1-53. (FAO Irrigation Drainage paper, 29).

AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II Análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.2, p.159-164, 2000.

BALIGA, M. S.; SHIVASHANKARA, A. R.; HANIADKA, R.; DSOUZA, J.; BHAT, H.P. Phytochemistry, nutritional and pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam (jackfruit): A review. **Food Research International**, v.44, n.8, p. 1800-1811, 2011.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAID/SUDENE, 670p. (Boletim Técnico, 15). 1972.

BREDEMEIER, D.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v.30, n.2, p. 365-372, 2000.

CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F.S.; OLIVEIRA, F.R.A.; SILVA, R.C.P.; CÂNDIDO, W.S. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, v.5, n.3, p. 165-171, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.

CAVALCANTE, L. F. Sais e seus problemas nos solos irrigados. Areia: UFPB. 2000. 71p.

CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; SENA, G. S. A.; NUNES, J. C. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino na formação de mudas de pinhão-manso. **Irriga**, v.16, n.3, p. 288-300, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, I, H, L.; SANTOS, P. D. Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina. In: CAVALCANTE, L. F. (Ed). O maracujá amarelo e a salinidade da água. João Pessoa: Sal da Terra, cap. 1, p. 17 - 65, 2012.

COSTA, E.; SANTOS, L. R.; CARVALHO, C.; LEAL, P. A. M.; GOMES, V. A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres**, v. 58, n.2, p. 216-222, 2011.

DIAS, M. J. T.; SOUZA, H. A. NATALE, W.; MODESTO, V. C.; ROZANE D. E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, suplemento 1, p.2837-2848, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, E. C. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p. 10–18, 2014.

ELEVITCH, C. R.; MANNER, W. I. *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit), ver. i.iv. In: Elevitch, C. R. (ed.) **Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Havai, 2006, 17p.

ELOI, W. M. DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertirrigação em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.5, p.471-476, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 132)

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta. 2006, 403p.

FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p. 1499-1505, 2009.

FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P. DE.; MEDEIROS, S. de S. Biossalinidade e produção agrícola. In: In: GHEYI, H. R.; DIAS, N, S.; LARCERDA, C, F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, Fortaleza: INCTSal, cap.12, p. 181- 203, 2010.

FONSECA, E. P.; VALÉRIA, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p. 515 – 523, 2002.

GATURUKU, J. K.; ISUTSA, D. K.; AGUYOH, J. N. Irrigation rate and type significantly increase growth and flowering of purple passion fruit under drought stress.. **African Journal Horticulture Science**. v.5, p.61 – 69, 2011.

GONDIM, A. W. de A.; FERNÁNDEZ, B. Probabilidade de chuva para o município de Areia–PB . **Revista Agropecuária Técnica**, v.1, n.1, p. 55 – 67, 1980.

GONDIM, S. C.; SOUTO, J. S.; CAVALVANTE, L. F.; ARAUJO, K. D.; RODRIGUES, M. Q. Biofertilizante bovino e salinidade da água na macrofauna do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.5, n.2, p.35-45, 2010.

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

HARPER, J. E. **Nitrogen metabolism**. In: BOOTE, K.J., BENNETT. J. M., SINCLAIR, T. R., et al. Physiology and determination of crop yield. Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p.285-302.

HAYNES, J.; MCLAUGHLIN, J.; VASQUEZ, L.; HUNSBERGER, A. **Low-maintenance Landscape Plants for South Florida**. Institute of Food and Agriculture Sciences: University Florida, Extension, 2004. 35p.

HETTIARATCHI, U. P. K.; EKANAYAKE, S.; WELIHINDA, J. Nutritional assessment of a jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) meal. **Ceylon Medical Journal**, v.56, n.2, p.54-58, 2011.



HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N, S.; LARCERDA, C, F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, Fortaleza: INCTSal, cap. 4, p. 43-61, 2010.

HORNEY, R. D.; TAYLOR, B.; MUNK, D. S.; ROBERTS, B. A.; LESCH, S. M.; PLANT, R. E. Development of practical site-specific management methods for reclaiming salt-affected soil. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.46, p.379-397, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: São Paulo, RiMa, 2006. 550p.

LITHOURGIDIS, A. S; MATSI, T; BARBAYIANNIS, N; DORDAS, C. A. Effect of liquid cattle manure on corn yield, composition and soil properties. **Agronomy Journal**. v.99, n.4, p.1041–1047, 2007.

LORENZI, H.; SARTORI, S. F.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. T. C. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672p.

MANICA, IVO. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 2**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes. 541p, 2002.

MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J.M.; NEVES, J. C. L.; BARNARDINO, D. C. S.; Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.725-735, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MEDIEROS, J. F.; NASCIMENTO, L. B.; GHEYI, H. R. Manejo do solo - água - planta em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N, S.; LARCERDA, C, F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, Fortaleza: INCTSal, cap. 16, p. 279-302, 2010.

MELONI, D. A.; GULOTTA, 2004M. R.; MARTÍNEZ, C. A.; OLIVA, M. A. The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycine betaine accumulation in *Prosopis alba*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.16, n.1, p.39-46,.

MESQUITA, J. O.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade do solo com biofertilizante bovino, **Ciência del Suelo**, v.30, n.1, p.31-41, 2012.

MIFLIN, B. J., LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, v.15, p.873-885, 1976.

MORAES, F. A.; GÓES, G. B.; COSTA, M. E.; MELO, I. G. C.; VERAS, A. R. R.; CUNHA, G. O. M. Fontes e proporções de esterco na composição de substratos para produção de mudas de jaqueira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, suplemento 1., p. 784-789, 2012.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annuario journal Plant Biology**. V.1, n. 59, p. 651-81, 2008.

NASCIMENTO, J. A. M. do. **Resposta do maracujazeiro amarelo e do solo com biofertilizante bovino irrigado com água de baixa e alta salinidade**. Areia. 2010. 101f. Dissertação (Mestrado em Manejo de solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

OULD AHMED, B. A.; MORITANI, M. I. S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 1, p. 165-170, 2010.

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. de. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, v.55, n.4, p.280-286, 2008.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, Fortaleza: INCTSal, cap. 10, p. 143-160, 2010

QUEIRÓZ, J. E.; GONÇALVES, A. C.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (ed): **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997. p.69-112.

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

RICHARDS, L. A. Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos. México, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTONIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1047-1054, 2013.

SANTOS, D. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Idesia**, v.30, n.2, p.69-74, 2012.

SANTOS, J. B.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; 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**, v.17, n.1, p.145-152, 2013.

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

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C.; Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.383- 389, 2011.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. A.; SILVA, M. S. L.; MATOS, A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Comunicado Técnico, Embrapa, 2007. 4p.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-manso submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p. 437-445, 2009.

SILVA, K. de S.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L. M.de; FREITAS, P. S. de C.; GÓIS, G. B.de. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, v.5, n.4, p. 217-221, 2010.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÈGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N, S.; LARCERDA, C, F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, Fortaleza: INCTSal, cap. 11, p. 161- 180, 2010.

SINGH G.; SEKHON, H. S.; SHARMA, P. Effect of irrigation and biofertilizer on water use, nodulation, growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Archives of Agronomy and Soil Science**. v.1, p.1-12, 2011.

SOUZA, E. R.; MELO, H. F.; ALMEIDA, B. G.; MELO, D. V. M. Comparação de métodos de extração da solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.510-517, 2013.

SOUTO, A. G. L.; L, F.CAVALCANTE; NASCIMENTO, J. A. M.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO A. J. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v. 18, n. 3, p. 442-453, 2013.

STRANGE, K. Cellular volume homeostasis. **Advances in physiology education**, v.28, p.155-159, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 819p.

TAWFIK, M. M.; LATEEF, E. M. A. E.; BAHR, A.; HOZAYEN, M. Prospect of biofertilizer inoculation for increasing saline irrigation efficiency. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v.2, n.7, p.182-189, 2011.

TORRES NETO, A. B.; SILVA, M. E.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; HONORATO da S. F. L.. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.) **Química Nova** v.29, n.3, p. 489-492, 2006.

# **Anexos**

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância das variáveis condutividade elétrica do extrato aquoso ( $CE_{ea}$ ), potencial hidrogeniônico (pH), diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), massa da matéria seca de raiz (MMSR), massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa da matéria seca total (MMST), índice de qualidade de Dirckson (IQD), clorofila a (CLa), clorofila b (CLb) e clorofila total (CLtotal) de mudas de *Artocarpus heterophyllus* variedade mole aos 85 dias após a semeadura em função da aplicação de biofertilizante, da adubação nitrogenada e da salinidade da água de irrigação, Areia-PB.

Fonte de Variação	gL	Quadrado Médio							
		$CE_{ea}$	pH <sub>ea</sub>	DNS	ALT	NF	AF	AFE	RAF
Bloco	2	0,2308 <sup>ns</sup>	0,0785 <sup>ns</sup>	0,7871 <sup>*</sup>	10,4372 <sup>ns</sup>	1,5188 <sup>*</sup>	319,0943 <sup>ns</sup>	3355,3827 <sup>ns</sup>	369,3661 <sup>ns</sup>
Salinidade (S)	4	11,0901 <sup>**</sup>	0,1694 <sup>*</sup>	3,9707 <sup>**</sup>	141,6211 <sup>**</sup>	1,1570 <sup>*</sup>	35230,2867 <sup>**</sup>	1702,7421 <sup>ns</sup>	865,7511 <sup>*</sup>
Nitrogênio (N)	2	1,6296 <sup>**</sup>	0,6826 <sup>**</sup>	0,1667 <sup>ns</sup>	11,8423 <sup>ns</sup>	0,2699 <sup>ns</sup>	383,7635 <sup>ns</sup>	819,5234 <sup>ns</sup>	186,7790 <sup>ns</sup>
Biofertilizante (B)	1	0,0006 <sup>ns</sup>	0,1943 <sup>ns</sup>	0,1044 <sup>ns</sup>	5,0596 <sup>ns</sup>	0,0171 <sup>ns</sup>	1629,4528 <sup>ns</sup>	1551,9558 <sup>ns</sup>	596,5476 <sup>ns</sup>
S x N	8	0,1171 <sup>ns</sup>	0,0683 <sup>ns</sup>	0,2176 <sup>ns</sup>	24,0054 <sup>*</sup>	0,1773 <sup>ns</sup>	3797,3702 <sup>ns</sup>	1800,2796 <sup>ns</sup>	197,3464 <sup>ns</sup>
S x B	4	0,1148 <sup>ns</sup>	0,0842 <sup>ns</sup>	0,0892 <sup>ns</sup>	17,0821 <sup>ns</sup>	0,4677 <sup>ns</sup>	1505,5825 <sup>ns</sup>	3015,1612 <sup>ns</sup>	192,9099 <sup>ns</sup>
N x B	2	0,1305 <sup>ns</sup>	0,0879 <sup>ns</sup>	0,0376 <sup>ns</sup>	6,5363 <sup>ns</sup>	0,2144 <sup>ns</sup>	1394,5187 <sup>ns</sup>	2729,4755 <sup>ns</sup>	655,4467 <sup>**</sup>
S x N x B	8	0,0185 <sup>ns</sup>	0,0632 <sup>ns</sup>	0,3756 <sup>ns</sup>	12,112 <sup>ns</sup>	0,4962 <sup>ns</sup>	1788,5576 <sup>ns</sup>	1557,8807 <sup>ns</sup>	225,7329 <sup>ns</sup>
Resíduo	58	0,1246	0,1441	0,2275	10,3358	0,4421	2031,7684	1920,6753	202,7586
CV (%)		21,05	5,88	9,13	17,09	14,04	21,96	25,78	19,08
Média		1,67 dS m <sup>-1</sup>	4,33	5,23 mm	18,81 cm	4,74 folhas	205,30 cm <sup>2</sup>	170,01	74,64
Médias da aplicação de biofertilizante <sup>♦</sup>									
Sem biofertilizante		1,67a	4,39a	5,25a	19,04a	4,7a	210,2a	174,43a	-
Com biofertilizante		1,70a	4,29a	5,19a	18,58a	4,7a	200,5a	165,80a	-
Médias da adubação nitrogenada <sup>♦</sup>									
Sem adubação		1,47b	4,23b	5,30a	18,85a	4,6a	208,4a	166,62a	-
Com sulfato de amônio		1,88a	4,23b	5,21a	19,47a	4,8a	202,7a	167,80a	-
Com ureia		1,68ab	4,54a	5,17a	18,14a	4,7a	204,8a	175,73a	-

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>♦</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Continuação...

Fonte de Variação	gL	Quadrado Médio						
		MMSR	MMSPA	MMST	CLa	CLb	CLtotal	IQD
Bloco	2	0,0587 <sup>ns</sup>	0,1938 <sup>ns</sup>	0,3252 <sup>ns</sup>	8253,9573 <sup>**</sup>	1328,8705 <sup>ns</sup>	4722,3598 <sup>ns</sup>	0,0061 <sup>ns</sup>
Salinidade (S)	4	1,2849 <sup>**</sup>	3,8465 <sup>**</sup>	9,5535 <sup>**</sup>	11109,0682 <sup>**</sup>	24935,0309 <sup>**</sup>	66435,2053 <sup>**</sup>	0,2702 <sup>**</sup>
Nitrogênio (N)	2	0,0805 <sup>sn</sup>	0,0033 <sup>ns</sup>	0,0666 <sup>ns</sup>	3214,7043 <sup>ns</sup>	4284,8674 <sup>*</sup>	14556,0871 <sup>**</sup>	0,0119 <sup>ns</sup>
Biofertilizante (B)	1	0,0284 <sup>sn</sup>	0,0118 <sup>ns</sup>	0,0777 <sup>ns</sup>	287,6023 <sup>ns</sup>	2015,3884 <sup>ns</sup>	780,3215 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>
S x N	8	0,0926 <sup>*</sup>	0,3377 <sup>*</sup>	0,7280 <sup>*</sup>	624,0693 <sup>ns</sup>	1277,6477 <sup>ns</sup>	2571,7067 <sup>ns</sup>	0,0136 <sup>ns</sup>
S x B	4	0,0477 <sup>sn</sup>	0,1953 <sup>ns</sup>	0,2756 <sup>ns</sup>	161,2026 <sup>ns</sup>	279,2989 <sup>ns</sup>	370,6146 <sup>ns</sup>	0,0113 <sup>ns</sup>
N x B	2	0,0513 <sup>sn</sup>	0,0110 <sup>ns</sup>	0,0883 <sup>ns</sup>	1207,1973 <sup>ns</sup>	497,4246 <sup>ns</sup>	2955,8738 <sup>ns</sup>	0,0133 <sup>ns</sup>
S x N x B	8	0,0384 <sup>sn</sup>	0,1585 <sup>ns</sup>	0,3205 <sup>ns</sup>	1244,7609 <sup>ns</sup>	2312,6577 <sup>ns</sup>	6241,6584 <sup>ns</sup>	0,0096 <sup>ns</sup>
Resíduo	58	0,0354	0,1249	0,2167	655,9820	1294,7782	2793,2609	0,0087
CV (%)		20,16	18,44	16,34	6,55	20,21	9,29	18,67
Média		0,93	1,92	2,85	390,83	178,09	568,92	0,50
Médias da aplicação de biofertilizante <sup>♦</sup>								
Sem biofertilizante		0,94a	1,91a	2,85a	387,66a	181,51a	569,17a	0,50a
Com biofertilizante		0,93a	1,92a	2,85a	394,06a	174,60a	568,66a	0,50a
Médias da adubação nitrogenada <sup>♦</sup>								
Sem adubação		0,96a	1,90a	2,86a	376,49b	163,06b	539,56b	0,52a
Com sulfato de amônio		0,96a	1,90a	2,86a	398,83a	190,45a	589,28a	0,50a
Com ureia		0,88a	1,94a	2,82a	397,67a	181,30ab	578,96a	0,49a

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.  
<sup>♦</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).