



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS IV**

JEFTA RUAMA DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

**EFEITO DO ESTRESSE SALINO NA COMPARTIMENTAÇÃO IÔNICA E TAXA
DE BROTAMENTO DE ESTACAS DE PINHÃO MANSO**

**Catolé do Rocha – PB
2017**

JEFTA RUAMA DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

**EFEITO DO ESTRESSE SALINO NA COMPARTIMENTAÇÃO IÔNICA E TAXA
DE BROTAMENTO DE ESTACAS DE PINHÃO MANSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Ciências Agrárias como requisito para obtenção do grau de **Licenciada em Ciências Agrárias**.

Orientador: Dsc. Josemir Moura Maia

**Catolé do Rocha – PB
2017**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F475e Figueiredo, Jefta Ruama de Oliveira.

Efeito do estresse salino na compartimentação iônica e taxa de brotamento de estacas de pinhão manso [manuscrito] : / Jefta Ruama de Oliveira Figueiredo. - 2017. 30 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2017.

"Orientação : Prof. Dr. Josemir Moura Maia, Coordenação do Curso de Ciências Agrárias - CCHA."

1. *Jatropha curcas* L. 2. Pinhão manso. 3. Toxidade. 4. Estresse salino. 5. *Jatropha curcas* L. 6. Oleaginosa.

21. ed. CDD 574.192

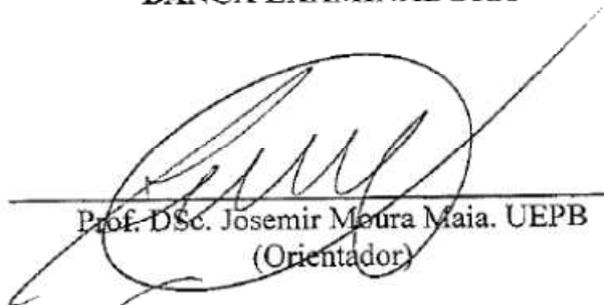
JEFTA RUAMA DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

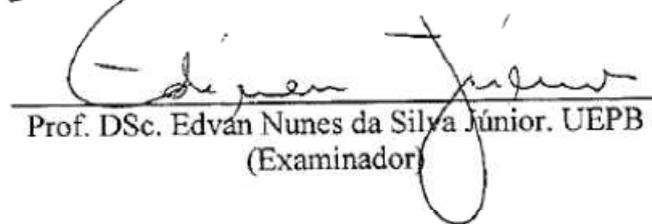
**EFEITO DO ESTRESSE SALINO NA COMPARTIMENTAÇÃO IÔNICA E TAXA
DE BROTAMENTO DE ESTACAS DE PINHÃO MANSO**

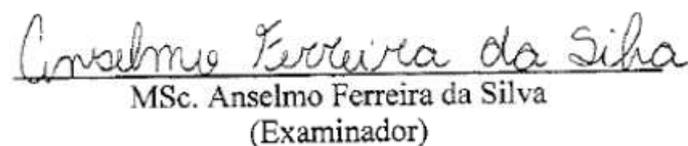
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências
Agrárias como requisito parcial para obtenção
do grau de **Licenciada em Ciências Agrárias**.

Aprovada em: 01/12/2017

BANCA EXAMINADORA


Prof. DSc. Josemir Moura Maia. UEPB
(Orientador)


Prof. DSc. Edvan Nunes da Silva Júnior. UEPB
(Examinador)


MSc. Anselmo Ferreira da Silva
(Examinador)

***Ao Deus criador de todas as coisas.
Aos meus familiares que caminharam e lutaram as minhas batalhas, principalmente as
minhas avós e minha mãe que sempre acreditaram no meu potencial.
Aos meus fracassos que me fizeram mais forte.
A minha força, a minha coragem diária para alcançar o êxito pela força do trabalho e
esforço. E a mim mesma por não desistir de acreditar que seria possível realizar os meus
objetivos.***

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Deus que me sustentou até aqui, e por suas bênçãos que se renovam a cada manhã em minha vida.

A minha família que me incentivou a buscar os meus sonhos, independente das dificuldades.

A minha mãe guerreira que acreditou e acredita que eu vou conseguir vencer com trabalho e honestidade e que principalmente, me ensinou a querer apenas os frutos do meu esforço.

Ao meu orientador e amigo JOSEMIR MOURA MAIA, por me acolher em sua vida e compartilhar comigo as suas experiências e sua sabedoria, por me incentivar e jamais deixar de acreditar no meu potencial mesmo nas dificuldades.

Aos meus colegas cientistas do LAPROV pelo companheirismo, apoio e ajuda durante os trabalhos desenvolvidos.

Aos meus colegas de classe pelo incentivo, ajuda, gargalhadas, contribuições e por compartilharem comigo esse momento tão especial que é a graduação.

Aos meus professores que me cederam um pouco do seu conhecimento, me tornando uma cientista melhor e mais focada nos estudos, pelos puxões de orelha necessários e pela paciência diária de conduzir a minha aprendizagem da melhor maneira possível.

Aos meus amigos por aceitarem a minha ausência nos momentos de diversão, por compreenderem que o motivo era o meu futuro profissional.

Aos meus amigos e companheiros de transporte por todos os momentos compartilhados, por todas as dificuldades na volta pra casa e por transformarem o que era ruim em uma situação engraçada.

A todos os funcionários do Campus IV pelos serviços prestados sempre com um sorriso no rosto, Sr. VALDINHO, DECA, POTI, ALCIDES, as meninas do restaurante universitário, aos bibliotecários, a todos sem exceção.

A Universidade Estadual da Paraíba por me proporcionar conhecimento e todos os momentos que eu jamais vou esquecer.

A todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para o meu aprendizado, meu MUITO OBRIGADO.

EFEITO DO ESTRESSE SALINO NA COMPARTIMENTAÇÃO IÔNICA E TAXA DE BROTAMENTO DE ESTACAS DE PINHÃO MANSO

Jefta Ruama de Oliveira Figueiredo*

RESUMO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma oleaginosa, pertencente a família das Euforbiáceas e uma cultura considerada promissora para a produção de Biodiesel. Objetivou-se com esse trabalho analisar o efeito da salinidade no pegamento e brotamento de estacas de dois genótipos de Pinhão manso. Para tanto, utilizou-se clones: CNPAPM-III, (G₁) e CNPAPM-XI (G₂). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x4 envolvendo o cultivo de dois clones (CNPAPM-III e CNPAPM-XI) irrigados com solução de NaCl em quatro níveis de salinidade 1,7 (S₁, controle), 3,5 (S₂), 7,1 (S₃), 8,9 (S₄) dS m⁻¹ com cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais. O experimento foi desenvolvido em vasos com capacidade de 7 kg de substrato, preenchidos com 50% de solo e 50% de esterco bovino, peneirado em malha de 2,0mm. Os tratamentos causaram diferenças contrastantes entre os clones, onde a salinidade influenciou no pegamento, não ocorrendo uma relação entre o aumento da dose de sal e a redução na taxa de emergência de brotos; também afetou o brotamento de estacas do Pinhão manso, onde, as doses 1,7 dS m⁻¹, 7,1 dS m⁻¹ e 8,9 dS m⁻¹ apresentaram período de tempo mais longo para emergência dos brotos. A solução de 3,5 dS m⁻¹ proporcionou maior número de folhas, maior número de brotos e o menor período de tempo para as estacas emitirem o primeiro broto em ambos os clones. Ainda, foi notório que o genótipo CNPAPM-III teve um melhor desempenho que o CNPAPM-XI, produzindo maior número de brotos, de folhas, maior massa verde da raiz e maior volume radicular. A acumulação de íons inorgânicos concentrou-se em raízes e folhas ressaltando que tais íons são redistribuídos para os vacúolos facilitando o ajustamento osmótico.

Palavras-chave: compartimentação; *Jatropha curcas* L.; toxicidade.

*Aluna de Graduação em Licenciatura em Ciências Agrárias na Universidade Estadual da Paraíba-Campus IV. Email: jeftaoliveira18@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie nativa da América tropical, caracterizada por ser oleaginosa, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas e seu cultivo apresenta grande potencial para produção de biodiesel, pois, sua semente contém aproximadamente de 35 a 38% de óleo (OLIVEIRA et al., 2015). Considerada uma cultura exigente em insolação e muito resistente à seca, é uma alternativa favorável ao cultivo em áreas semiáridas, onde as condições edafoclimáticas locais submetem as culturas a estresses abióticos que interferem diretamente na produtividade das espécies (ALENCAR et al., 2015; LAVIOLA et al., 2013).

Apesar de todo seu potencial e de sua longevidade produtiva o pinhão manso ainda é pouco difundido na região Nordeste, onde, sua exploração seria eficaz no aproveitamento de áreas áridas que são pouco utilizadas, por serem consideradas de baixa fertilidade e, por conseguinte falta de chuvas periódicas, dificultando assim a produtividade da maioria das culturas (CALVET et al.; 2013).

A escassez de períodos chuvosos vem afetando drasticamente a disponibilidade de água para a agricultura em todo o mundo fazendo com que o produtor busque alternativas para a irrigação. O uso da água salinizada, juntamente com o uso de fertilizantes minerais utilizados de maneira inadequada é a principal causa de problemas da salinização dos solos (CUNHA et al., 2013). Vários estudos tem salientado que as culturas agrícolas comportam-se de maneira distinta sob diferentes condições de estresse salino, podendo umas produzir satisfatoriamente em altos níveis de salinidade, enquanto outras nem ao menos alcançam a fase produtiva (BERNARDES, 2010).

As espécies vegetais submetidas a tal estresse abiótico desenvolvem mecanismos metabólicos individuais que permitem evitar acumulação de sais em suas estruturas. Segundo Munns e Tester (2008), plantas resistentes à salinidade retém sais em raízes evitando a toxicidade no aparato fotossintético. Contudo, o excesso de sais no solo reduz o potencial osmótico dificultando a captação de água raízes (VASCONCELOS et al., 2013). Mesmo assim, devido à escassez de recursos hídricos a água salobra ainda é uma alternativa para o cultivo agrícola em regiões semiáridas.

Em estudos feitos anteriormente com o pinhão manso observou-se que a espécie é sensível a ambiente salinizado, sendo observada redução do diâmetro de caule, número de folhas, massa seca e redução da captação de água (SOUSA et al., 2011; SILVA et al., 2012; CUNHA et al., 2013). Contudo, pouco se conhece dos mecanismos de evitação e tolerância de

Jatropha curcas L. à irrigação com água salinizada. Borges (2003) sugere que mais estudos que descrevam informações básicas dessa espécie como: germinação, controle de pragas e doenças, manejo e plantio, que possa contribuir para a produtividade da mesma são necessários. Silva et al. (2014) cita que, mesmo sendo uma cultura promissora para o cultivo em regiões semiáridas, perene e influenciadora direta no controle de erosão e na recuperação de solos degradados, ainda carece de análises de sua produtividade sob condições de estresse salino.

Trabalhos voltados para a área de propagação clonal com seleção de indivíduos são raros, pois, ainda é uma cultura que estudos são desenvolvidos de maneira lenta e a propagação da espécie tem sido preferencialmente feita por sementes (sexuada). Porém, a seleção de matrizes promissoras acelera o processo de domesticação de plantas com potencial produtivo e boas condições genéticas (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010). Ademais, o entendimento sobre a compartimentação iônica em estacas utilizadas para produção de mudas contribui com a seleção de material resistente às condições estressantes. Assim sendo, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito da irrigação com água salinizada no enraizamento e compartimentalização iônica em caules, raízes e folhas de mudas de pinhão manso produzidas a partir de estacas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento de propagação clonal foi realizado no período de 15 de setembro a 09 dezembro de 2014, totalizando 85 dias, na Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha com as coordenadas de Latitude: 6° 20' 28" Sul, e Longitude: 37° 44' 59" Oeste. Foram utilizados dois clones de Pinhão manso: CNPAPM-III (C₁) e CNPAPM-XI (C₂), procedentes do banco de germoplasma de Pinhão manso da EMBRAPA-CNPQ.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x4 envolvendo o cultivo de dois clones (CNPAPM-III e CNPAPM-XI) irrigados com solução de NaCl em quatro níveis de salinidade 1,7 (S₁, controle), 3,5 (S₂), 7,1 (S₃), 8,9 (S₄) dS m⁻¹ com cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

O plantio foi realizado em vasos com capacidade de 7 kg de substrato, preenchidos com 50% de solo e 50% de esterco bovino, peneirado em malha de 2,0 mm. O solo foi previamente classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico com textura arenosa, típico da

região (SANTOS et al., 2006). Foi realizada a coleta do material utilizado para formulação do substrato a fim de realizar a análise química dos componentes dos mesmos (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para a formulação dos substratos.

pH	Ca	Mg	Al³⁺	H⁺+Al³⁺	P	K	Na	Fe	Zn	Cu	Mn	B
(1:2,5)	----- (Cmol_c.dm⁻³) -----				----- (mg.dm⁻³) -----							
6,4	5,2	1,15	0,0	1,08	49	280	64	59,6	4,05	3,83	53,9	6,45

Tabela 2: Análise química do esterco utilizado para a formulação dos substratos.

pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	M.O	C/N
H₂O	Kg⁻¹	----- (mg.dm⁻³) -----		----- (Cmol_c.dm⁻³) -----			-----	%
8,47	21,26	924	503	8,30	3,17	14,4	66,66	18,1

A quantidade de solo em cada vaso foi padronizada em 6,5 kg e o material clonal simples (estacas de ramos lenhosos firmes, lignificados) foi obtido de galhos maduros com diâmetro entre 15 a 20 mm, oriundos de plantas com dois anos de idade e padronizadas antes da propagação em 40 cm e 2,5 cm de diâmetro, enterradas a 10 cm de profundidade.

Após o plantio todos os vasos foram irrigados a 70% da capacidade de campo, com solução controle de 3,5dS m⁻¹, sendo o volume de irrigação mantido através do monitoramento a cada dois dias do peso do conjunto vaso+substrato+estaca+água. Dois dias após o plantio foram iniciadas as irrigações utilizando como tratamento, soluções de NaCl com diferentes níveis de condutividade elétrica, controladas com o auxílio de um condutivímetro portátil.

A avaliação dos parâmetros fenológicos procedeu-se da seguinte maneira: o número de brotos (NB) foi avaliado através da contagem do número total de brotos viáveis, a taxa de emergência dos brotos (TEB), foi obtida a partir da observação do número de brotações a cada dois dias. O número de folhas (NF) foi determinado contando-se as folhas com comprimento superior a 2 cm. O comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CPA) foi determinado com o auxílio de uma escala milimetrada.

A massa verde da raiz (MVR) e parte aérea (MVPA) foi determinada através da pesagem dos materiais frescos em balança de precisão (0,01g). O volume da raiz (VR) foi aferido pelo deslocamento de uma coluna de água. Para tanto, as amostras das raízes foram imersas em um volume conhecido de água em uma proveta graduada. O volume de água

deslocado correspondia ao volume das raízes sendo que, os valores obtidos em mL, foram convertidos para cm^3 . Após a mensuração volumétrica as raízes foram secas a temperatura ambiente e então raízes, caules e folhas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em uma estufa de ar forçado a 65°C , por um período de 48 horas. Após esse período o material foi retirado e novamente pesado para determinar os valores de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR). Todo o material desidratado foi triturado em moinho elétrico até obtenção de farinha homogênea, sendo esta utilizada para mensuração de Na^+ , K^+ e Ca^{+2} .

As análises iônicas foram realizadas em extrato aquoso preparado com 300 mg de tecido vegetal eluídos em 40 mL de água deionizada e fervido em banho-maria a 100°C por 1 hora, em tubos de rosca hermeticamente fechados. O extrato límpido foi obtido por filtração com o auxílio de um funil e algodão recuperando o sobrenadante. O conteúdo de Na^+ , K^+ e Ca^{+2} foi estimado por leituras em fotômetro de chama (MALAVOLTA et al.,1989).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e nos casos de significância procedeu-se o teste de Tukey ao nível de 0,05% de probabilidade, com auxílio do software ASSISTAT.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 85 dias de condução experimental as estacas apresentaram pegamento diferenciado e relacionado com a dose de NaCl propostos nos tratamentos (Figura 1A e B).

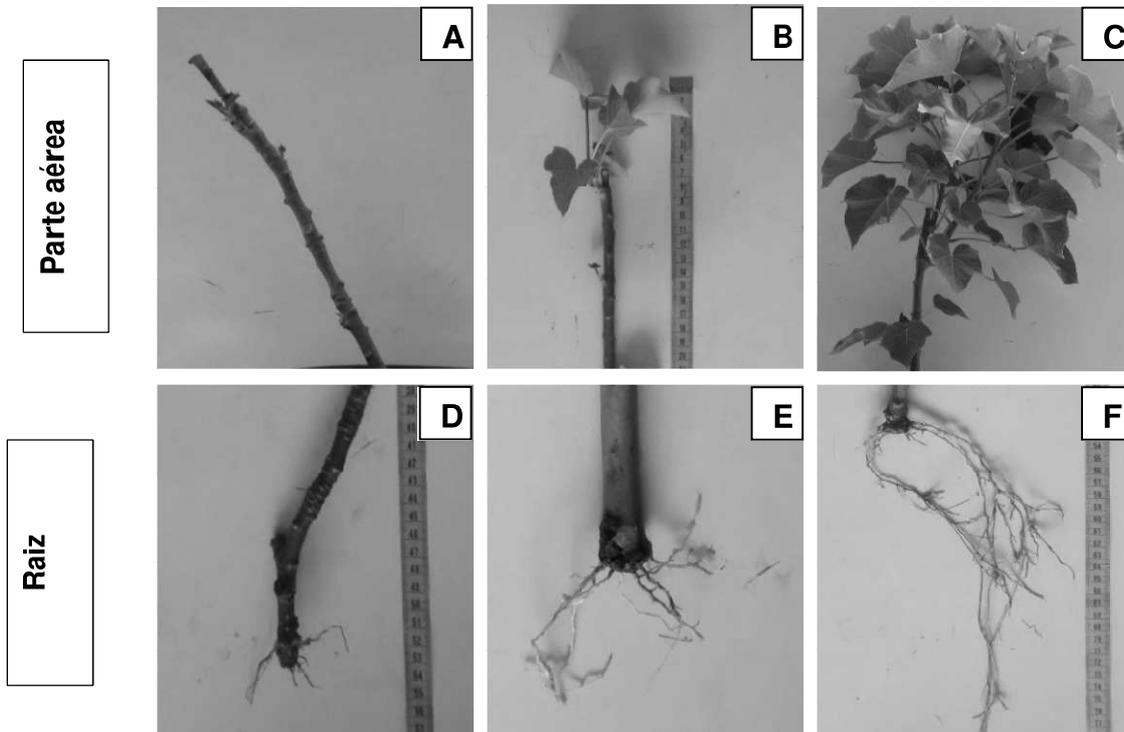
Figura 1. Aspecto geral do experimento em viveiro. Primeiro dia experimental (A); octogésimo quinto dia experimental (data da coleta do experimento) (B). De dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de $1,7\text{dS m}^{-1}$; $3,5\text{dS m}^{-1}$; $7,1\text{dS m}^{-1}$ e $8,9\text{dS m}^{-1}$.





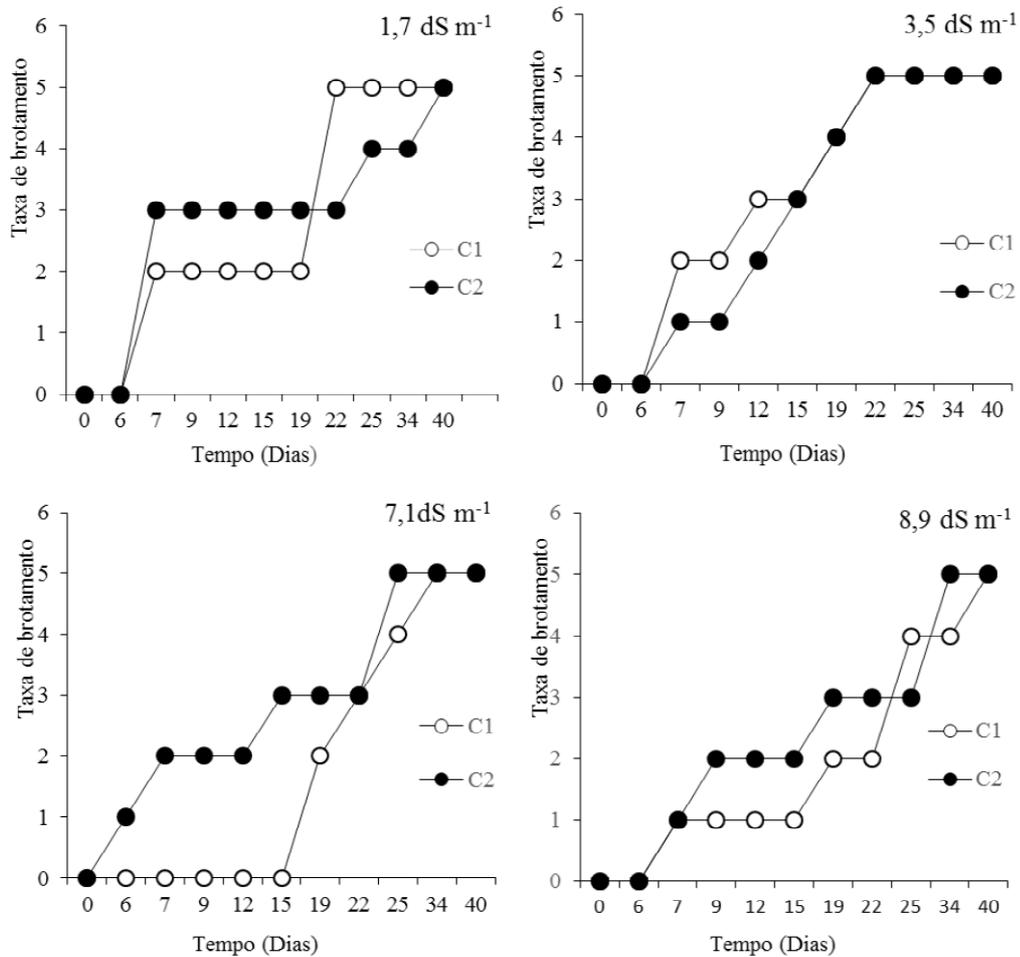
Com base nos aspectos visuais do experimento, os tratamentos causaram diferenças morfológicas contrastantes entre as estacas, no qual, a parte aérea foi diretamente relacionada à estrutura radicular (Figura 2). Sousa et al. (2011) trabalhando com clones de cajueiro comum irrigados com água salina compreendeu que a redução do crescimento das raízes foi semelhante à redução do crescimento da parte aérea. O mesmo autor relata que, provavelmente a redução na disponibilidade de água, ou ao acúmulo excessivo de íons (Na^+ e Cl^-) nos tecidos vegetais afetaram os processos fisiológicos, como a taxa de assimilação de CO_2 . Também podem estar relacionado a redução no crescimento, provocada por desequilíbrio nutricional e desbalanceamento energético provocado pela necessidade de sintetizar compostos orgânicos osmoticamente ativos.

Figura 2. Aspecto morfológico de parte aérea (imagem superior) e raízes (imagem inferior) de estacas de Pinhão manso submetidas aos tratamentos de 1,7dS m⁻¹; 3,5dS m⁻¹; 7,1dS m⁻¹ e 8,9dS m⁻¹ durante 85 dias. Pegamento incompleto (A, D); pegamento mal formado (B, E); pegamento completo (C, F).



Na taxa de emergência dos brotos (TEB), a solução aplicada causou um efeito comum em todos os tratamentos de ambos os clones, entre o 22° e 25° dias após o plantio, mais de 50% das estacas de ambos os clones tinham emergido pelo menos um broto por estaca. Ambos os clones submetidos à solução S₁ (1,7dS m⁻¹) e S₄ (8,9 dS m⁻¹) apresentaram período de brotamento estendido (até 40 dias após o plantio) (Figura 3). O prolongamento do período de emergência pode ser devido a maior gasto de energia e tempo necessários para sucção da água, e seria resultado, também, da redução do potencial osmótico do substrato (PEREIRA et al., 2012). O que pode explicar esse fato é que com o aumento da condutividade elétrica da solução de 1,7dS m⁻¹ para 8,9dS m⁻¹ o potencial de sucção da raiz foi comprometido e o acúmulo de sais dificultou ainda mais esse processo.

Figura 3. Taxa de emergência do primeiro broto em estacas de dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de 1,7dS m⁻¹; 3,5dS m⁻¹; 7,1 dS m⁻¹; e 8,9 dS m⁻¹.

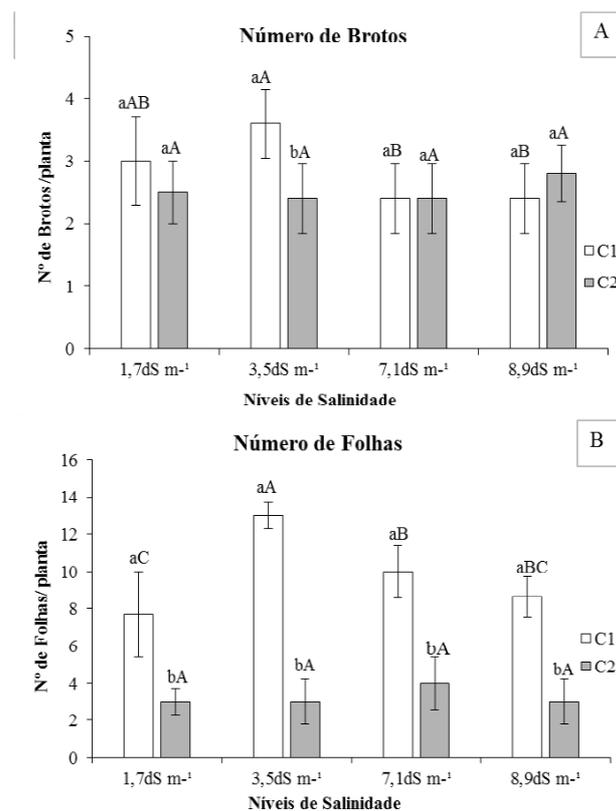


Essa variação pode ser explicada devido à variabilidade genética dos genótipos de Pinhão manso avaliados, considerando-se que são plantas rudimentares que ainda não passaram pelo processo de melhoramento genético (FACIROLLI et al., 2012).

Os níveis de salinidade também afetaram o NB e NF diretamente, sendo que o C₁ sofreu maiores danos no NB nas soluções controle de 1,7dS m⁻¹ e na solução de 3,5dS m⁻¹ (Figura 4). Isso pode ser explicado por Lima-Junior e Silva (2010), que afirmaram que as plantas na fase inicial de desenvolvimento são sensíveis à salinidade. A salinidade também afetou o número de folhas (NF), causando maior efeito no clone (C₂), devido o aumento da condutividade elétrica ocorrendo um decréscimo no número de folhas quando comparados ao tratamento controle (Figura 4B). A partir da condutividade S₃ (7,1 dS m⁻¹) houve uma redução significativa no número de folhas por planta quando comparadas ao tratamento S₂ no C₁, o que segundo Travassos et al. (2012), pode ter ocorrido devido a contribuição negativa que o

aumento da condutividade elétrica provoca nas plantas. Este acúmulo de sais inibe a absorção de água pelas raízes reduzindo os processos metabólicos e fotossintéticos ocasionando assim uma redução no número de folhas superior ao C_2 em todos os tratamentos. O C_1 apresentou o número de folhas superior ao C_2 a partir do tratamento de $1,7\text{dS m}^{-1}$. Para o genótipo CNPAPM-XI (C_2) a salinidade afetou o número de folhas em todos os níveis de condutividade elétrica decrescendo duas vezes com valores diferentes quando comparados ao C_1 . É comum ocorrerem adaptações morfológicas nas plantas sob condições de estresse hídrico e salino, o que caracteriza uma forma de minimizar as perdas de água por transpiração, destacando-se dentre essas adaptações reduções no tamanho e no número de folhas (NAWAZ et al., 2010).

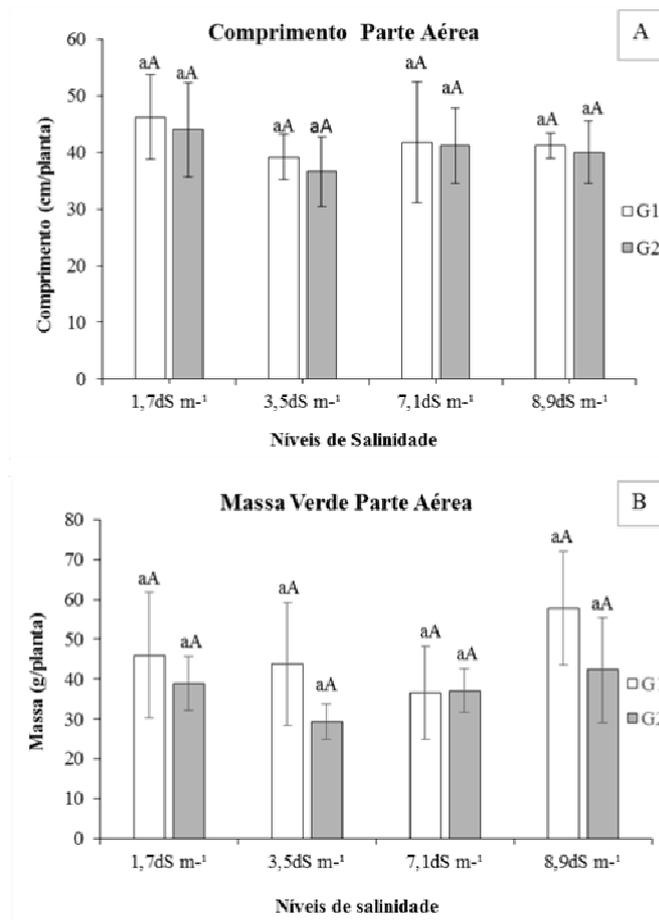
Figura 4. Número de Brotos (A) e Número de Folhas (B) em estacas de dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de $1,7\text{ dS m}^{-1}$; $3,5\text{dS m}^{-1}$; $7,1\text{dS m}^{-1}$ e $8,9\text{ dS m}^{-1}$. Letras minúsculas indicam comparação entre clones, enquanto as letras maiúsculas indicam comparação entre tratamentos, ambos comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

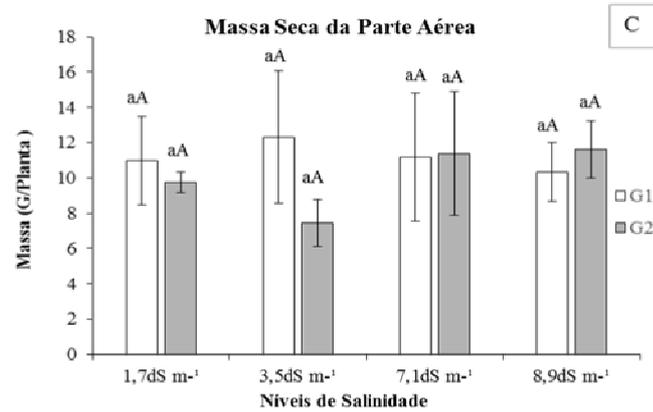


Observou-se também que em ambos os clones houve uma resposta similar no comprimento da parte aérea (CPA), sob as diferentes concentrações salinas presente na água de irrigação, (Figura 5A). Esse resultado diverge com o de Lima et al. (2012) trabalhando o

cultivo de mamoneira em estresse salino e Sá et al. (2013), trabalhando com a produção de mudas de mamoeiro. Esses autores sugeriram que a salinidade tenha causado efeitos drásticos no crescimento das plantas. Possivelmente isso poderia ser uma característica adaptativa dos clones de Pinhão manso. A massa verde e seca da parte aérea (MVPA e MSPA) não se observou nenhuma diferença significativa, observada pelo teste de Tukey. Porém o clone CNPAPM-III (C_1), apresentou um pequeno aumento para todos os níveis de condutividade elétrica estudadas, exceto na concentração de $7,1\text{dS m}^{-1}$. Resultado semelhante foi encontrado por Graciano et al. (2011), trabalhando com aspectos relacionados ao crescimento de amendoim sob estresse salino, em que as plantas, aos 52 dias após a aplicação dos tratamentos salinos, não apresentaram alteração significativa com o incremento dos níveis de salinidade para a MVPA e MSPA (Figura 5B e C).

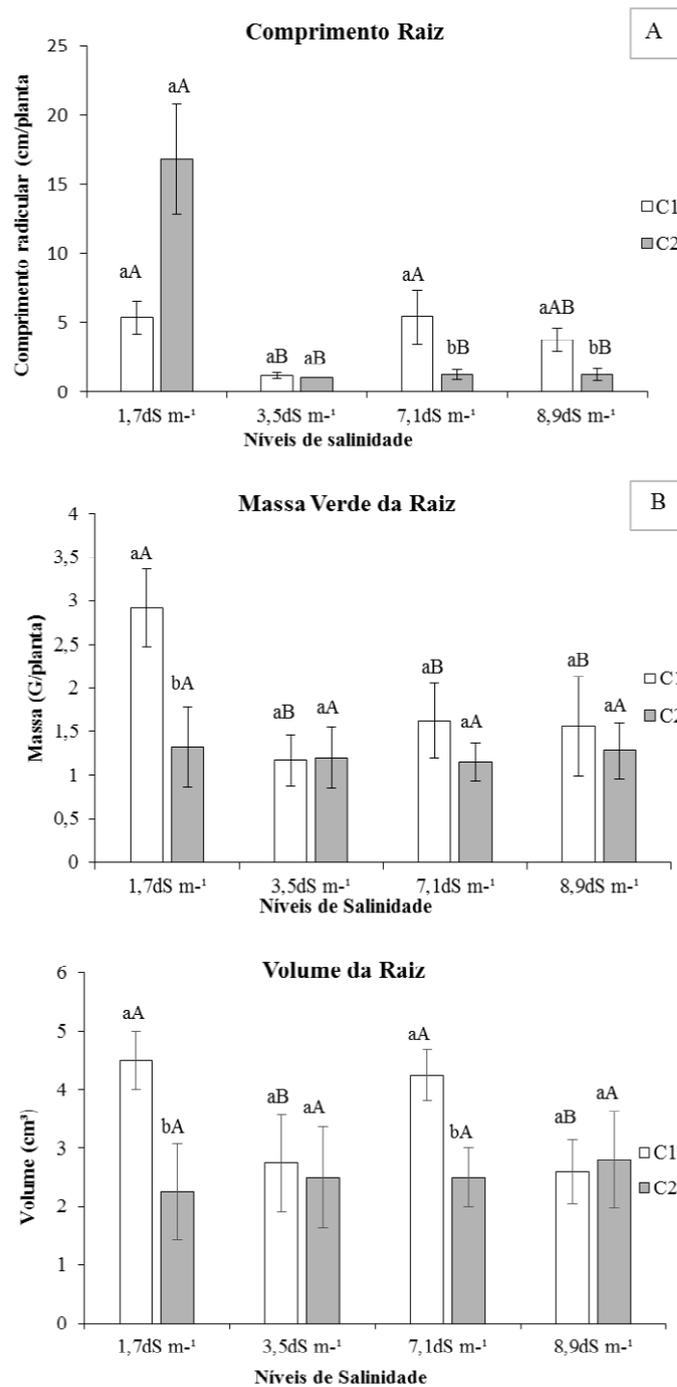
Figura 5. Comprimento da parte aérea (A) massa verde da parta aérea (B) e massa seca da parte aérea (C), em estacas de dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de $1,7\text{dS m}^{-1}$; $3,5\text{dS m}^{-1}$; $7,1\text{dS m}^{-1}$ e $8,9\text{dS m}^{-1}$. Letras minúsculas indicam comparação entre clones, enquanto as letras maiúsculas indicam comparação entre tratamentos, ambas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.





A salinidade também afetou o comprimento radicular (CR), onde, o tratamento controle foi o que contabilizou maiores valores (Figura 6). Essa deficiência no enraizamento tem sido comumente relacionada a estresses abióticos e pode ser explicada pela submissão das plantas ao estresse hídrico, visto que este altera vários processos bioquímicos e fisiológicos, que interferem no crescimento da planta, induzindo o declínio da taxa de crescimento (DAROSCI e UHLMANN, 2012). O tratamento controle ($1,7 \text{ dS m}^{-1}$) estimulou o crescimento do sistema radicular do C_2 , mas não se refletiu no NB e NF. Matos et al. (2013) sugere que a seca fisiológica proveniente da diminuição do potencial osmótico é causado pelo estresse salino e, nessas condições, as plantas submetidas a elevada condutividade elétrica alocam a pouca biomassa existente para o desenvolvimento do sistema radicular.

Figura 6. Comprimento da raiz (A), massa verde da raiz (B) e volume da raiz (C), em estacas de dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de 1,7dS m⁻¹; 3,5dS m⁻¹; 7,1dS m⁻¹ e 8,9dS m⁻¹. Letras minúsculas indicam comparação entre clones, enquanto as letras maiúsculas indicam comparação entre tratamentos, ambos comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância



Na massa verde da raiz (MVR) ocorreu danos com maior intensidade no C₁ (Figura 6B). Segundo Almeida et al. (2012) foi observado em plântulas de feijoeiro o mesmo efeito negativo da salinidade sobre a fitomassa da raiz. Para Pereira et al. (2012) a redução pode ter ocorrido por causa do excesso de sais na zona radicular pois, esse excesso em geral, possui um efeito deletério no crescimento das plantas, que se manifesta por uma redução na taxa de transpiração e de crescimento. O C₂ permaneceu sem sofrer alterações com o aumento das doses de sal. Isso pode ter ocorrido devido as raízes apresentarem maior capacidade de ajustamento osmótico e melhor proteção ao estresse oxidativo sob condições de estresse salino (ABREU et al., 2008).

O sal também afetou o volume da raiz (VR), principalmente no C₁ nas doses de 3,5 dS m⁻¹ e 8,9 dS m⁻¹, onde nessas salinidades ocorreu uma redução em relação a dose controle (1,7 dS m⁻¹) (Figura 6C). Essa redução no volume pode ter sido causada pelo efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, resultante das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminui a disponibilidade de água e nutrientes às plantas (ALVES et al., 2011).

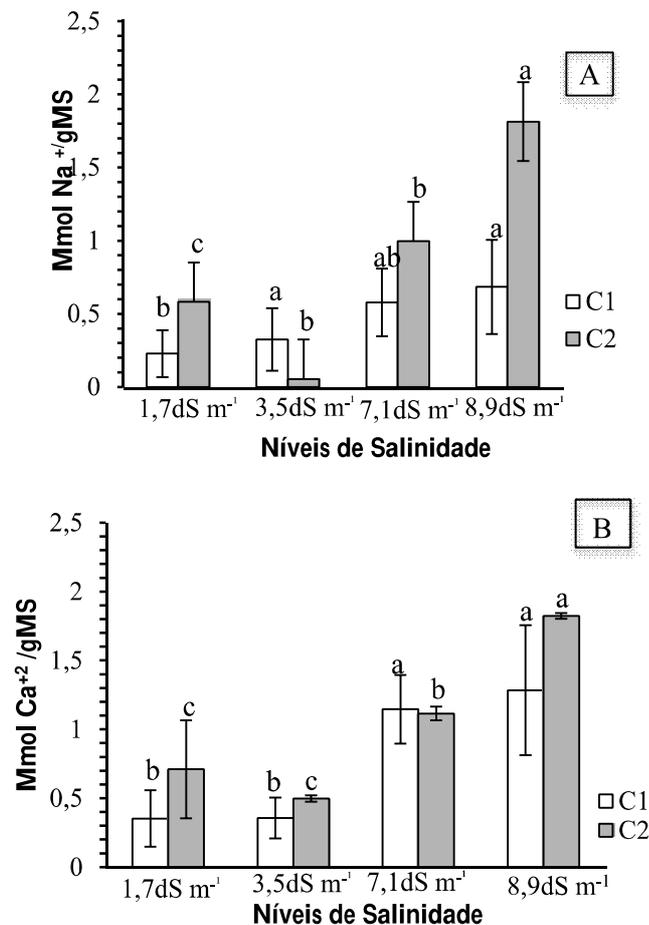
Quanto às mensurações de Na⁺, Ca⁺² e K⁺ houve efeito significativo na interação da irrigação com solução salina em folhas e raízes de ambos os genótipos a 0,05% de probabilidade (Figura 7 e 8). Afirmando assim um mecanismo de tolerância a salinidade do Pinhão manso, pois, com base em Taiz e Zeigher (2004) os íons inorgânicos são captados nos vacúolos e os solutos orgânicos são compartimentalizados no citoplasma, balanceando o potencial osmótico do vacúolo. O acúmulo de sais de Na⁺ foi maior em ambos os clones, sendo, no C₂, nos tratamentos de 7,1dS m⁻¹ e 8,9dS m⁻¹ a maior quando comparadas ao controle (Figura 7A). Resultados similares foram obtidos por Lira (2016), onde houve um aumento de acúmulo de sais também em Pinhão-manso nos tratamentos de salinidade mais severos.

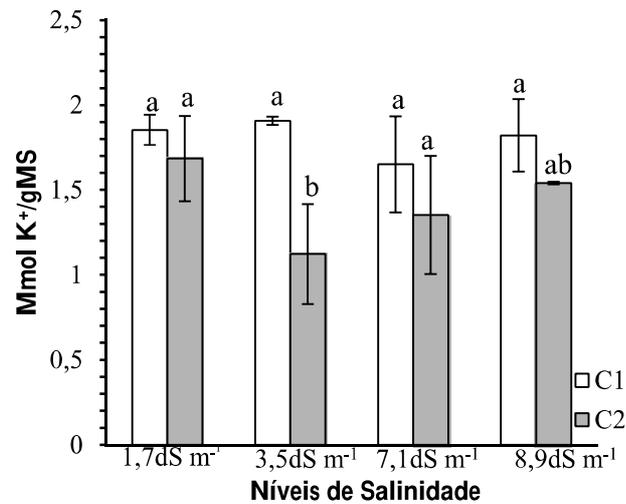
Para teores de Ca⁺² houve significância ao nível de 0,05% de probabilidade em ambos os clones, nos tratamentos de 7,1dS m⁻¹ e 8,9dS m⁻¹, onde contabilizaram maiores resultados comparados á solução controle (Figura 8B). Para Anjos et al.(2015) a variação da concentração de Cálcio esta relacionada com a importância deste nutriente como mensageiro secundário e indicador do estresse salino. Ainda, de acordo com o mesmo, plantas tratadas com sal apresentam maiores concentrações de sódio nos tecidos radiculares e as plantas com

mais sais de sódio nas raízes apresentam retraída redução da concentração de potássio e alta relação de $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$.

Já para os teores de K^+ não houve significância no C_1 a acumulação do íon nas diferentes salinidades foi a mesma, o que vem sendo observado também em outras culturas, em estudos realizados por Silva et al.(2009), Cunha et al.(2013), Cruz et al.(2006), Nascimento et al.(2015) e Oliveira (2012) houve redução na concentração de K^+ com o aumento da concentração salina em Maracujazeiro Amarelo, Jatobá e Faveleira. Para os teores do mesmo em C_2 observou significância ao nível de 0,01% de probabilidade, diferindo dos valores de C_1 salientando, a maior significância entre genótipos.

Figura 7. Concentração de Na^+ (A) Concentração de Ca^{+2} (B) Concentração de K^+ (C), em folhas de dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de 1,7dS m^{-1} ; 3,5dS m^{-1} ; 7,1dS m^{-1} e 8,9dS m^{-1} , ambos comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

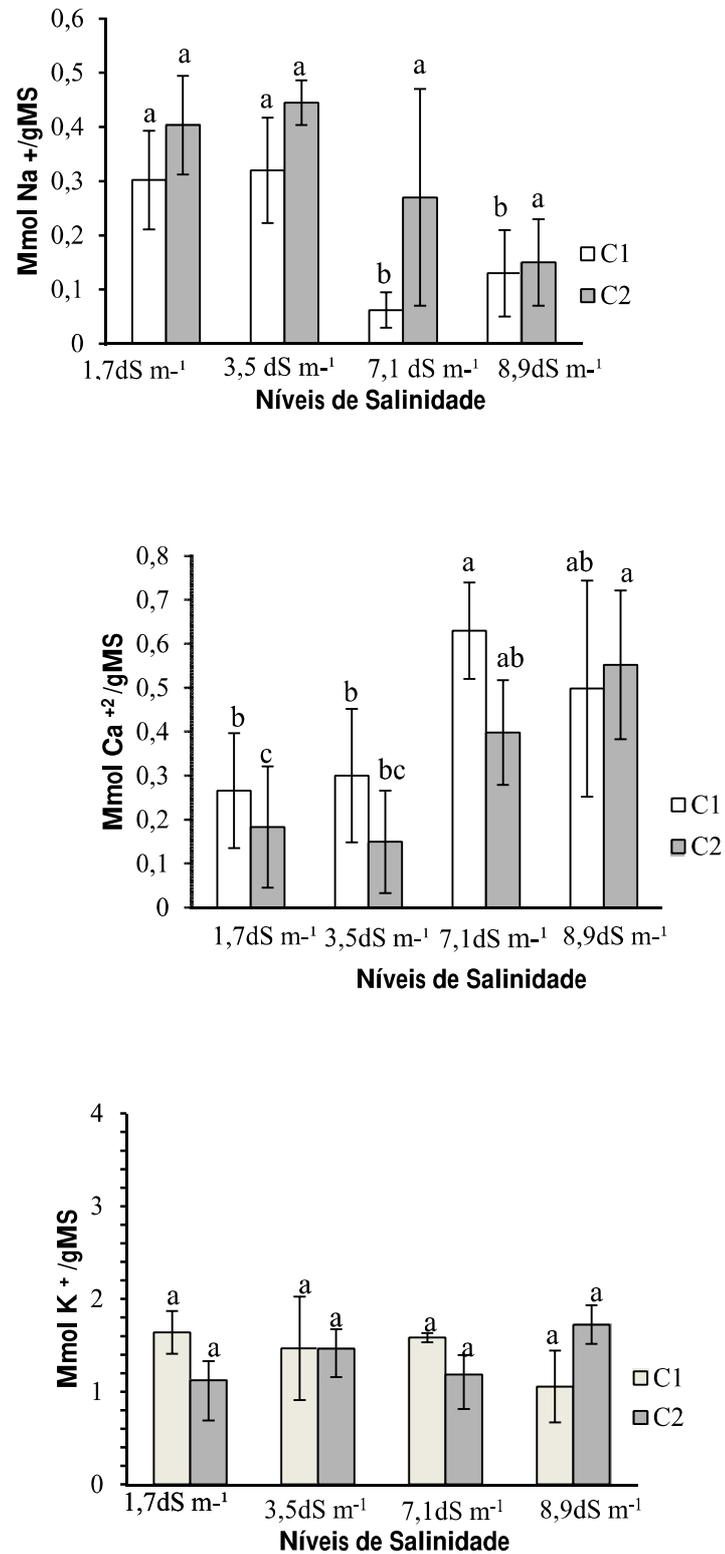




Valores semelhantes aos observados nas folhas foram constatados em todos os parâmetros analisados em raízes. Nos teores de Na⁺ o C₁ diferiu ao nível de 0,05% de probabilidade pelo Teste de Tukey obtendo valores maiores do íon nas soluções de controle 1,7dS m⁻¹ e de 3,5dS m⁻¹, obtendo médias semelhantes nos dois tratamentos, a significância foi entre clones, pois, os valores de C₂ diferenciaram-se ao nível de 0,01% de probabilidade (Figura 8A). Com relação a Ca⁺² os valores obtidos nas soluções de 7,1dS m⁻¹ e 8,9dS m⁻¹ em ambos os clones são maiores que os demais (Figura 8B), reforçando a tese de Lira (2016), onde a mesma afirma que a compartimentalização de íons é acentuada nos tratamentos de maior condutividade elétrica.

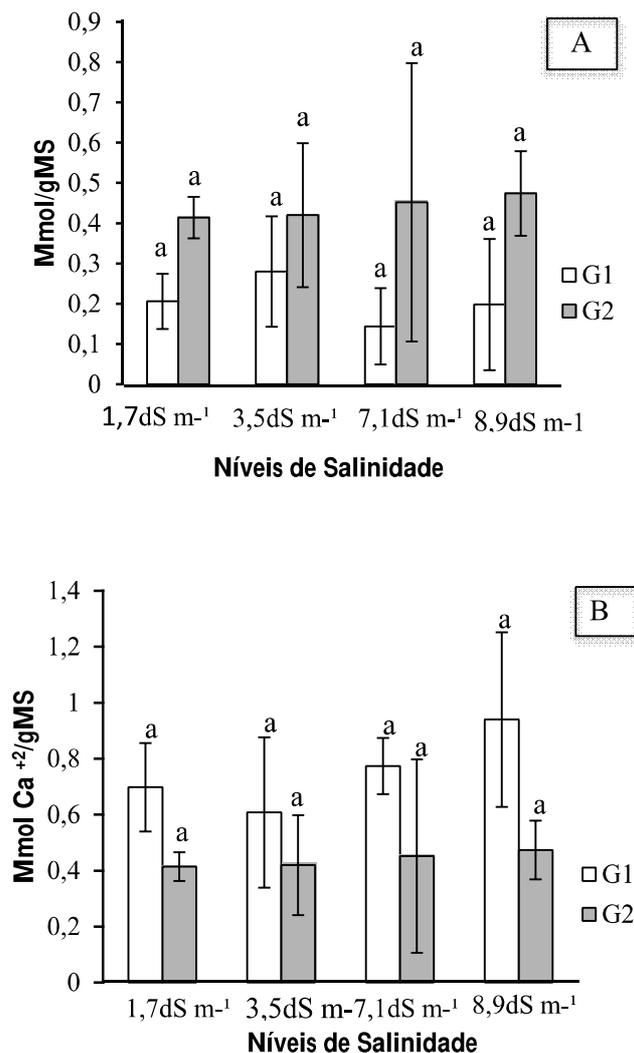
Segundo Appezzato-Da-Glória e Hayashi (2006) o parênquima de reserva pode ser um meio para a planta evitar estresse no ambiente. Quanto aos conteúdos de K⁺, não houve efeito significativo sendo acentuado pela Figura (8C).

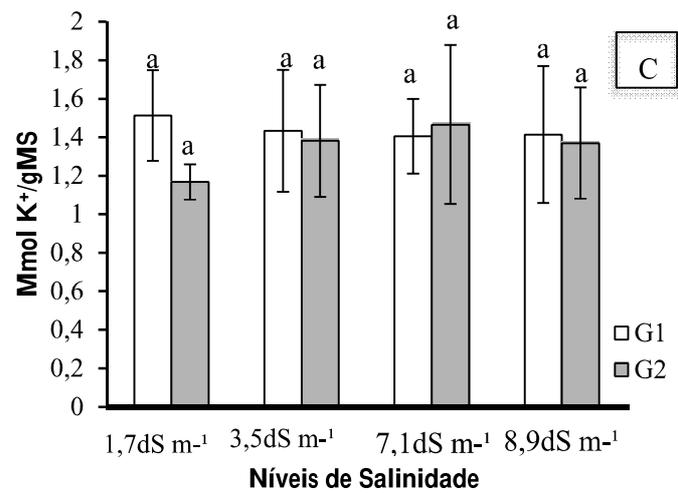
Figura 8. Concentração de Na^+ (A) Concentração de Ca^{+2} (B) Concentração de K^+ (C), em raízes de dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de $1,7\text{dS m}^{-1}$; $3,5\text{dS m}^{-1}$; $7,1\text{dS m}^{-1}$ e $8,9\text{dS m}^{-1}$, ambas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.



Para Schossler et al.(2012) no seu trabalho sobre efeitos da salinidade na fisiologia e nutrição das plantas, diz que: algumas espécies vegetais apresentam mecanismos que lhes permitem sobreviver em ambientes altamente salinos. A sobrevivência nestes ambientes pode resultar em processos adaptativos que envolvem absorção, transporte e distribuição de íons em vários órgãos. O que pode ter ocorrido com eficácia nas variáveis de folhas e raízes, pois, a acumulação de sais concentrou-se nessa duas partes da planta, já para os valores de caule em todos os íons avaliados não houve diferença significativa entre níveis de salinidade nem entre genótipos (Figura 9).

Figura 9. Concentração de Na^+ (A) Concentração de Ca^{+2} (B) Concentração de K^+ (C), em caule de dois clones de Pinhão manso submetidos aos tratamentos de $1,7\text{dS m}^{-1}$; $3,5\text{dS m}^{-1}$; $7,1\text{dS m}^{-1}$ e $8,9\text{dS m}^{-1}$, ambos comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.





De acordo com ANDRÉO-SOUZA et al. (2010), a biomassa das diferentes partes da planta indica um crescimento e desenvolvimento proporcional de suas partes, ou seja, caule+pecíolo, folhas e raízes, além da uma possível tolerância ao estresse salino apresentado por essas plantas.

4 CONCLUSÕES

- A salinidade influenciou no brotamento das estacas de Pinhão manso, não ocorrendo uma relação entre o aumento da dose de sal e a redução na taxa de emergência de brotos;
- Afetou também o brotamento, sendo que as estacas tratadas com as doses $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, $7,1 \text{ dS m}^{-1}$ e $8,9 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram período de tempo mais longo para emergência dos brotos;
- A solução $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ proporcionou maior número de folhas, maior número de brotos e o menor período de tempo para as estacas emitirem o primeiro broto no C_1 ;
- O clone CNPAPM-III (C_1) teve um melhor desempenho que o CNPAPM-XI (C_2), produzindo maior número de brotos, de folhas, maior massa verde da raiz e maior volume radicular;
- A compartimentação de íons inorgânicos concentrou-se em raízes e folhas com maiores valores nos tratamentos de maior condutividade elétrica, elencando o mecanismo de tolerância no qual, consiste em, que tais íons são redistribuídos facilitando o ajustamento osmótico.
- Concluindo assim que em propagação clonal de plantas de *Jatropha curcas* L. a compartimentalização de íons inorgânicos é concentrada em parte aérea e raízes, elencando assim como mecanismo de tolerância e ajustando o seu potencial osmótico.

EFFECT OF SALINE STRESS IN THE IONI COMPARTIMENTATION AND BROADING RATE OF PINHÃO MANSO CROWNS

ABSTRACT

Jatropha curcas L. is an oleaginous, belonging to the family Euphorbiaceae and a crop considered promising for the production of Biodiesel. The objective of this work was to analyze the effect of salinity on the glue and budding of cuttings of two genotypes of Pinhão manso. For this purpose, clones were used: CNPAPM-III, (G1) and CNPAPM-XI (G2). The experimental design was completely randomized with a 2x4 factorial scheme involving the cultivation of two clones (CNPAPM-III and CNPAPM-XI) irrigated with NaCl solution at four salinity levels: 1.7 (S1, control), 3.5 (S2), 7.1 (S3), 8.9 (S4) dS m⁻¹ with five replicates, totaling 40 experimental units. The experiment was carried out in pots with a capacity of 7 kg of substrate, filled with 50% of soil and 50% of bovine manure, sieved in 2.0mm mesh. The treatments caused contrasting differences between the clones, where the salinity influenced the glue, and there was no relationship between the increase of the salt dose and the reduction in the emergence rate of shoots; also affected shoot buds, where the doses 1.7 dS m⁻¹, 7.1 dS m⁻¹ and 8.9 dS m⁻¹ showed a longer time period for bud emergence. The solution of 3.5 dS m⁻¹ provided higher number of leaves, higher number of shoots and the shortest time for the cuttings to emit the first shoot in both clones. Also, it was noted that the genotype CNPAPM-III had a better performance than the CNPAPM-XI, producing a larger number of shoots, leaves, larger green root mass and larger root volume. The accumulation of inorganic ions was concentrated in roots and leaves emphasizing that such ions are redistributed to the vacuoles facilitating the osmotic adjustment.

Keywords: compartmentalization; *Jatropha curcas* L.; toxicity.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, C. E. B.; Prisco, J. T.; Nogueira, A. R. C.; Bezerra, M. A.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho. Physiological and biochemical changes occurring in dwarf-cashew seedlings subjected to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, p.105-118, 2008.

ABA, Anuário **Brasileiro de Agroenergia. Pinhão-manso**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 520 p. 2007.

ALMEIDA, W. S. Francisco R. B. Fernandes, Cândia H. C. de M. Bertini, Marcelo de S. Pinheiro & Elizita M. Teófilo. Emergência e vigor de plântulas de genótipos de feijão-caupi sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 16, n.10, p 1047 -1054, 2012.

ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; SILVA, F. F. S.; RIEBEIRO-REIS, R. C.; 3171 EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. **Revista Brasileira de 3172 Sementes**, v. 32, n. 2, p. 083-092, 2010

ALENCAR, N. L. M.; GADELHA, C. G.; GALLÃO, M. I.; DOLDER, M. A. H.; PRISCO, J. 2314 T.; GOMES-FILHO, E. Ultrastructural and biochemical changes induced by salt stress in *Jatropha curcas* seeds during germination and seedling development. **Functional Plant 2316 Biology**, v. 42, p. 865–874, 2015.

ALVES, Francisco A. L.; Ferreira-Silva, Sérgio L.; da Silveira, Joaquim A. G.; Pereira, Vanda L. A.. Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

BERNARDES, R. S. A. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart e *Euterpe Precatoria* Mart.) submetidas ao aumento de temperatura**. Manaus, 2010. Dissertação (Mestrado em Botânica). Programa de Pós-Graduação em Botânica. Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia-INPA.

BORGES, E. E. L. **Comportamento bioquímico e fisiológico de sementes florestais nativas durante a embebição**. 2003. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos-UFSCAR.

CALVET, A. S. F.; PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M.; MAIA-JOCA, R. P. M.; BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão caupi irrigados com águas de salinidade crescente em diferentes níveis de desenvolvimento. **Revista Irriga**, Botucatu, v.18, n.1, p.148-159, 201

CASAROLI, Derblai & Quirijn de Jong van Lier, Critérios para determinação da Capacidade de vaso. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 32 P. 59-66, 2008.

CUNHA, P. C. MENDES, B. S. S. OLIVEIRA FILHO, R. A. CAMARA, T. R. WILLANDINO, L. G. Crescimento, síntese de solutos orgânicos e equilíbrio iônico e plântulas de pinhão-manso sob estresse salino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.26, n.3, p. 46-52, 2013.

DAROSCI, Adriano A. & Alexandre. Desenvolvimento de Estacas de *Raulinoa echinata* R.S.Cowan, Espécie Endêmica do Vale do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil **Floresta e Ambiente**; v 19 P. 79-90, 2012.

FACIROLLI, A. M. Vinícius Almeida Oliveira, Luiz Antonio de Menezes Gonzaga, Diogo Ribeiro Brandão, Rodrigo Ribeiro Fidelis.. Crescimento inicial de genótipos de Pinhão manso reproduzidos assexuadamente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 79-84, 2012.

GRACIANO, Erika S. A. Rejane J. M. C. Nogueira, Danúbia R. M. Lima, Cinthya M. Pacheco & Roseane C. Santos⁵ 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, 2011.

HARTMANN, HT, Kester DE, Davies Junior FT, Geneve RL **Plant propagation: principles and practices**. 8th Edition. São Paulo: Prentice-Hall. 915p. 2011.

JUNIOR, Joaquim A. Lima. André Luiz Pereira da Silva. Estudo do Processo de Salinização para Indicar Medidas de Prevenção de Solos Salinos, **Centro Científico Conhecer**, v.6, n.11; 2010.

LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; ROCHA, R. B.; DRUMOND, M. A. The importance of 2428 *Jatropha* for Brazil. In: CARELS, N.; SUJATHA, B.; BAHADUR, B. (Ed.). **Jatropha**, 2429 **challenges for a new energy crop. Volume 1: farming, economics and biofuel**. New York: 2430 Springer, 2013; p. 71–94.

LIMA, G. S. de, Reginaldo Gomes Nobre, Hans Raj Gheyi, Lauriane Almeida dos Anjos Soares, Saulo da Silva Soares. Utilização de águas salinas e doses de adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira cv. BRS Energia, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 2, p.88-95, 2012.

LIRA, E. H. A. **Mobilização de reservas durante o estabelecimento de plântulas de pinhão manso submetidas ao estresse salino**. Campina Grande, PB, 2015. P.76. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias). Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias. Universidade Estadual da Paraíba-UEPB.

MALAVOLTA, E. VITTI, G. C. OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba; Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do fosfato. 1989, 201p.

MATOS, F. S. Ednaldo Cândido Rocha, Clair Kássio Lamberty Cruvinel, Rodney Alves Ribeiro, Ricardo Pires Ribeiro & Camila Faleiro Tinoco. Desenvolvimento de mudas de

Pinhão manso irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 37 p. 941-954, 2013.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Reviews Plant Biology**, v. 59, n.1, p. 651-681, 2008

NAWAZ, K.; HUSSAIN, K.; MAJEED, A.; KHAN, F.; AFGHAN, S.; ALI, K. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.34, p.5475-5480, 2010.

PEREIRA, Auderlan de M. Roberto C. F. de Queiroga; Gabriel D. da Silva⁴; Maria das Graças R. do Nascimento; Sanderley E. O. de Andrade. Germinação e Crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 205-211, 2012.

SÁ, Francisco V. dá S. Marcos E. B. Brito, Alberto S. de Melo, Pedro Antônio Neto, Pedro D. Fernandes & Ilkelan B. Ferreira. 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, H. G. dos; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. Deoliveira, J. B. de; Coelho, M. R.; Lumberras, J. F.; Cunha, T. J. F. (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 306 p. 2006.

SAIRAM, R. K.; TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current Science**, v. 86, n. 3, p. 407-421, 2004.

SILVA, E.N. Joaquim Albenísio Gomes Silveira, Cícera Raquel Fernandes Rodrigues, Cristina Silva de Lima e Ricardo Almeida Viégas. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de Pinhão-manso submetido à salinidade; **Pesquisa Agropecuária Brasileira**; Brasília, v.44, n.5, p.437-445, 2009.

SILVA, E. M. SOARES, J. A. PEREIRA FILHO, R. R. SOUSA JUNIOR, J. R. NOBRE, R. G. Emergência e crescimento inicial de pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) cultivados sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Verde**, Mossoró- RN, v.7, n.4, p. 44 -50, 2012.

SCHOSSLER, T. R. Diogo Milhomem Machado, Alan Mario Zuffo, Fabrício Ribeiro de Andrade, Adelfran Cavalcante Piauilino. Salinidade: efeitos Na fisiologia e Na nutrição mineral de plantas. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p. 1563, 2012.

SOUSA, Alan B. O. de. Marlos A. Bezerra² & Fábio C. Farias. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390–394, 2011.

SUJATHA, M.; REDDY, T. P.; MAHASI, M. J. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L.) and *Jatropha curcas* L. **Biotechnology Advances**, v. 26, n.5, p. 424-435, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010. 917p.

TRAVASSOS, K. D. Loureiro Soares dias; Helder Morais Mendes Barros; Claudio Augusto Uyeda; Hans Raj Gheyi; Francisco Valfisio da Silva; Frederico Antonio ; Nildo da Silva. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Revista Irriga**, Botucatu, p. 324 - 339, 2012.

VIÉGAS, R. A. Joaquim A. G. da Silveira; Adeildo R. de Lima Junior; José E. Queiroz^{IV}; Maria J. M. Fausto. Effects of NaCl salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 216-222, 200.

VASCONCELOS, R. R. A. BARROS, M. F. C. SILVA, E. F. F. GRACIANO, E. S. A ANGELA, J. P. P. Características físicas de solos salino-sódicos do semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.17, n.12 ,p,1318-1325,2013.