

MORFOANATOMIA DE *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) EXPOSTAS A ESTRESSE SALINO***Marilaine Alves de Oliveira***

Bacharel em Ciências Biológicas
mel.bio@hotmail.com

Ivana Menezes Silva de Barros

Bacharel em Ciências Biológicas
ivmbarros@hotmail.com

Pedro Mazzocco Pereira

Bacharel em Ciências Biológicas
pedromazoco@hotmail.com

Wendel Mattos Pompilho

Doutor em Bioquímica Agrícola
wendel_bio@yahoo.com.br

Thaiz Batista Azevedo Rangel Miguel

Doutora em Biotecnologia
thaizrangel@gmail.com

Emílio de Castro Miguel

Doutor em Biociências & Biotecnologia
emiliocmiguel@yahoo.com.br

Recebido: 18 de maio de 2012. Revisado: 04 de junho de 2012. Aceito: 02 de julho de 2012.
Publicado *online*: 27 de outubro de 2012.

RESUMO

A mamoneira é uma planta da família Euphorbiaceae e encontra-se amplamente distribuída em todo o território brasileiro, onde se adaptou com grande facilidade. Sua capacidade de adaptação a variadas condições e sua resistência ao déficit hídrico, permitem seu desenvolvimento em solos pouco férteis e em condições adversas para a maior parte das plantas. Sua cultura é considerada bastante rústica, no entanto, é sensível às características físicas e químicas do solo como granulometria, pH e presença de sais. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar as alterações morfoanatômicas apresentadas por plantas de *Ricinus communis* L., cultivar Mirante 10, expostas a estresse salino. Para tanto, as sementes foram postas para germinar em dois substratos, areia e terra, contendo diferentes concentrações de sal. Os parâmetros avaliados foram o comprimento das plântulas, percentual de matéria seca, área foliar e densidade estomática. Os dados anatômicos foram obtidos através de cortes à mão livre de caule, folha e raiz, clarificados, observados e fotografados em microscópio óptico com câmera digital acoplada. Os resultados mostraram que as plantas de *Ricinus communis* L. respondem de forma diferenciada aos níveis salinos e substratos, com respostas mais fortes encontradas nas mudanças anatômicas, principalmente nos tecidos radiculares. Os dois substratos testados influenciaram diretamente na emergência e estabelecimento destas plantas à condição de salinidade do solo.

Palavras chave: Mamona, KCl, estresse, plantulas.

ABSTRACT

The castor bean is an Euphorbiacea widely distributed throughout the Brazilian territory, where easily adapted. Its ability to adapt to different conditions and their resistance to water deficit, allow its development into infertile soil and in adverse conditions for most plants. Its culture is considered quite rustic, however, is sensitive to the physical and chemical characteristics of the soil as particle size, pH and salts presence. In this context, the aim of this work was characterize the morphological and anatomic alterations presented by *Ricinus communis* L., to var. Mirante 10 plants, exposed to salt stress. Thus, the seeds were germinate at two substrates, sand and earth, containing different salt concentrations. The evaluated parameters, were plant length, dry/wet matter percentage and leaf area stomatal density, were evaluated. The anatomical data were obtained through free hand cuts of stem, leaf and root, clarified, observed and photographed on optical microscope with camera attached. The results showed that *Ricinus communis* L. plants, differentiated respond to salt levels and substrate, with the strongest responses in anatomical changes, especially in root. The two substrates tested directly influenced the emergence and establishment of these plants to the condition of salinity in the soil.

Key words: castor bean, KCl, stress, seedlings.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), conhecida na língua inglesa como “castor bean” e na língua espanhola por “higuerilla”, é uma oleaginosa largamente adaptada às condições edafoclimáticas das diferentes regiões brasileiras (CAVALCANTE, 2004).

É uma planta que apresenta características de produção satisfatória sob condições de baixa precipitação pluviométrica, entretanto, as propriedades físicas do solo (estrutura, estabilidade dos agregados, dispersão das partículas, permeabilidade e infiltração), são características importantes que influenciam na disponibilidade final de água para as culturas (BARROS *et al.*, 2004). Fatores relacionados ao clima, como luz e temperatura, e outros relativos às condições químicas do solo, como pH e salino, têm sido apontados como controladores da germinação de sementes, favorecendo as espécies com capacidade para germinar em condições de estresse ao mesmo tempo em que impõem limitações àquelas com maior sensibilidade (LARCHER, 2000).

O termo estresse é usado constantemente por biólogos, ecólogos e agrônomos para descrever a resposta dos organismos submetidos aos fatores ambientais potencialmente desfavoráveis à vida (PLAUT, 1995 apud PINTO, 2006). Geralmente, o agente estressor leva a planta a sair da condição de normalidade do metabolismo e estabelecer um novo ponto de equilíbrio, sendo essa a resposta da planta ao estresse (LARCHER, 2000).

O estresse salino, de acordo com Izzo *et al.* (1991), representa um dos mais sérios fatores limitantes do crescimento e da produção das culturas, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores.

O efeito da salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas é discutido por pesquisadores, principalmente nos países que apresentam regiões áridas e semi-áridas, em função dos problemas socioeconômicos por ela causados (LIMA, 1997). A alta salinidade de alguns fertilizantes, principalmente o KCl, compromete o crescimento e distribuição das raízes assim como a absorção de água e nutrientes, porque diminui o potencial osmótico próximo à rizosfera, dificultando o caminhar de íons até as raízes (MARSCHNER, 1997 apud SILVA *et al.*, 2001). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a

germinação e morfoanatomia de plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) expostas a diferentes substratos e estresses salinos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As sementes da cultivar Mirante 10 foram cedidas pelo engenheiro Carlos Nagib Khalil (Petrobrás). A semeadura foi feita em sacos para plantio de tamanho 14 x 22 cm, na quantidade de 3 sementes por saquinho enterradas a uma profundidade de 5 cm. Foram utilizadas 100 sementes por tratamento. A terra utilizada foi coletada no Centro Interescolar Agropecuário de Itaperuna (CIAI), situado no município de Itaperuna, noroeste do estado do Rio de Janeiro, na camada de 0-20 cm. Segundo a direção do CIAI a área não foi agricultável por, pelo menos, vinte anos. A areia utilizada foi a do tipo comercial retirada do fundo do rio, adquirida em casa de material de construção. A estes substratos foram adicionadas as concentrações de 2g, 6g e 10g de KCl PA por quilograma de substrato, pesados em balança de precisão. O controle do experimento foi obtido por plantas cultivadas em condição de solo naturais (sem adição de sais ou adubos de qualquer natureza), sem nenhum aditivo. Não foram feitos dosagens das concentrações iniciais e finais dos sais utilizados como agentes produtores de estresse.

As regas foram realizadas num intervalo de 2 dias, conforme a necessidade de manter alto o nível de umidade dos substratos e a contagem das plantas emergidas foi feita diariamente. O experimento foi conduzido em cultivo protegido na cidade de Itaperuna.

A primeira triagem foi realizada aos 10 dias após a emergência, a segunda aos 25 dias após a emergência e a terceira aos 45 dias, com as plantas dos tratamentos que resistiram a esse período de exposição aos estresses. Entende-se por emergência a exposição de qualquer parte da planta na superfície do substrato no qual elas foram plantadas.

Os valores de altura, acúmulo de matéria seca e área foliar foram obtidos através das medidas de 30 plantas por tratamento por meio de análise destrutiva, obtendo-se o peso úmido e seco em balança de precisão da marca Bel Mark 220. Para o peso seco, as plântulas foram colocadas em sacos de papel para secagem em estufa de ar contínuo a aproximadamente 60°C por 72 horas.

A altura da parte aérea foi obtida com o auxílio de um metro de madeira, medindo a distância da superfície do solo até o ápice da maior folha esticada na posição vertical. Para a altura total da plântula foi obtida a distância entre a maior raiz e a folha esticada verticalmente.

Para o estudo da epiderme foliar, foi feita a clarificação com solução de hipoclorito de sódio a 30 % por 5 minutos e neutralizadas com ácido acético a 1 %, de um corte de 1cm² da superfície da região mediana da folha, dispostos em lâmina com água glicerizada coberta por lamínula. A densidade estomática foi determinada através da contagem dos estômatos situados em uma área de 1mm², utilizando-se 50 campos, cinco por indivíduo, com dez indivíduos representativos para cada tratamento, na face abaxial da folha.

A área foliar foi obtida através do método de medidas indiretas, onde o molde de uma folha por indivíduo foi desenhado em papel A4 e pesada em balança de precisão. O padrão utilizado foi o peso de uma fração de 36cm² de folha A4. Foram obtidos moldes da primeira folha de dez indivíduos de cada tratamento e da segunda quando esta apresentava a medida mínima de 4cm da nervura principal.

Para o estudo anatômico foram efetuados cortes a mão livre de dez indivíduos representativos de cada tratamento, com auxílio de lâmina de barbear e as amostras foram submetidas à clarificação em solução de hipoclorito de sódio a 20% de produto comercial, por período de cinco minutos, lavadas em água destilada e imersas em ácido acético a 1 % por 3 minutos. Posteriormente, foram montadas lâminas com glicerina, observadas e fotografadas em microscópio óptico Axiophoto Zeiss nas objetivas de 10 e 40 com câmera digital acoplada, com auxílio do programa Analisis, que também gerou as medidas da espessura foliar. Todos os dados foram processados no programa Excel®, onde foram geradas planilhas e gráficos.

3. RESULTADOS

As sementes expostas ao estresse salino no substrato terra tiveram percentual de emergência das plantas afetado nas concentrações de 2 e 6g de sal/kg de solo (Tabela 1). Na concentração de 6g as plantas morreram aproximadamente 5 dias após a emergência. A concentração de 10g/kg à mistura do solo foi letal para as sementes. O número de dias para emergência de 50% das plantas variou de 13, no controle, até 21, no tratamento com KCl 6g/kg. No substrato areia as plantas expostas à concentração de 2g/kg apresentaram 100% de germinação, superando o controle que obteve 44%. Nos demais tratamentos salinos este percentual também foi superior ao do controle. No entanto, as plantas na concentração de 10g/kg não sobreviveram mais do que, em média, 15 dias após a emergência.

Tabela 1: Percentual de emergência (PE) do número total de sementes e número de dias para a emergência de 50 % das plantas (NDE) no tratamento de estresse salino.

Substratos	Tratamentos	PE	NDE
Terra	Controle	64 %	13
	KCl 2g/kg	32 %	17
	KCl 6g/kg	20 %	21
	KCl 10g/kg	----	---
Areia	Controle	44 %	17
	KCl 2g/kg	100 %	16
	KCl 6g/kg	92 %	16
	KCl 10g/kg	80 %	19

A altura das plantas expostas aos substratos salinos alcançou maiores valores em relação ao tratamento controle em todas as concentrações salinas (Figura 1). Com valores, aos 10 dias, variando de 13,3 cm a 11 cm para os tratamentos de KCl 2 e 10g /kg respectivamente, contra 6,9 cm para o controle. Nas plantas do tratamento de KCl 2g/kg as maiores medidas da parte aérea foram obtidas na terra e os maiores valores de altura total da planta no substrato areia, evidenciando um maior desenvolvimento no sistema radicular para estas plantas que nas de outros tratamentos (Figura 2). No entanto, os percentuais de matéria seca oscilaram nos dois substratos testados de acordo com o período de análise e tratamento (Figura 3).

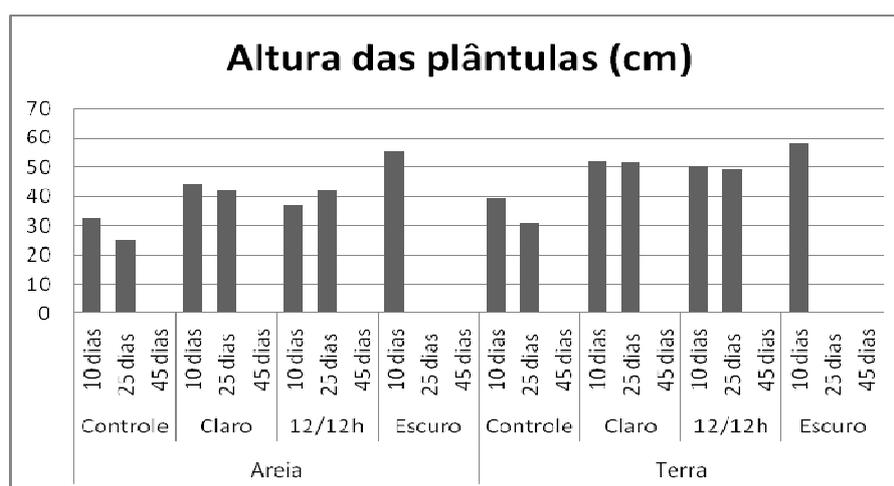


Figura 1: Altura das plântulas de manona, em centímetros, após diferentes tratamentos.

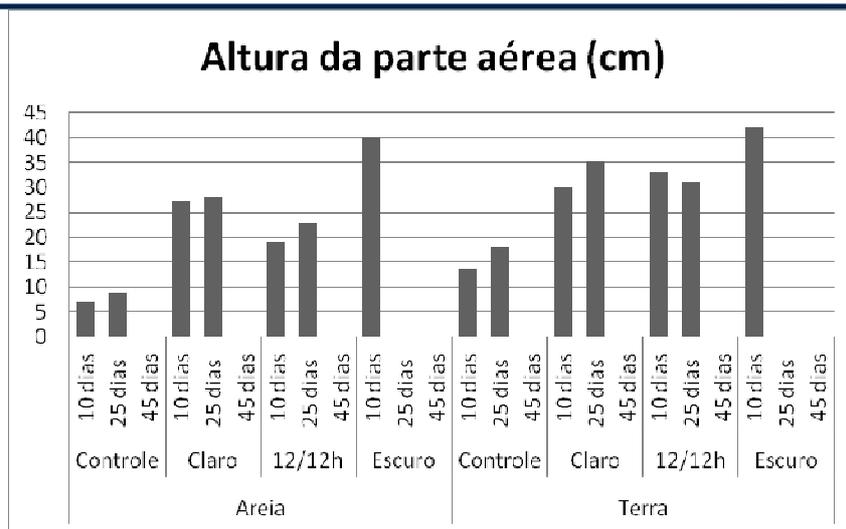


Figura 2: Altura da parte aérea de plântulas de mamona após diferentes tratamentos.

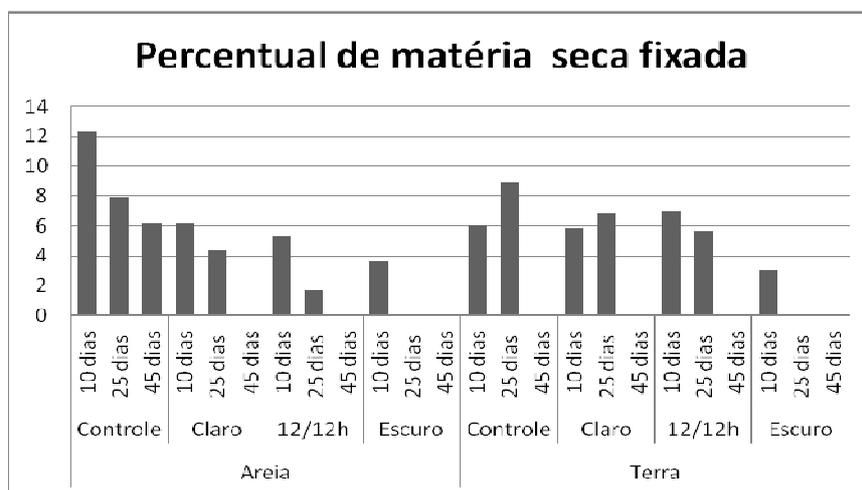


Figura 3: Percentual de matéria seca das plântulas de manona. Para essa medida foram obtidos medidas de peso das plantas assim que colhidas após as etapas do tratamento e peso após secagem em estufa.

A espessura foliar das plantas expostas à concentração de 10g/kg de sal no solo era bastante reduzida quando comparadas às das demais plantas no período de análise, com valores num intervalo de 547,9 a 576,9 μm (Tabela 2). Dados bastante inferiores aos encontrados nas plantas no tratamento KCl 2g, que apresentaram os maiores valores de espessura, variando de 1077,50 a 1110,79 μm . Além disso, na maior concentração de KCl, 10g, as plantas apresentaram decréscimo no desenvolvimento foliar, apresentando sintomatologia de toxidez, que pode ocorrer devido tanto ao potássio quanto ao cloro.

Tabela 2: Média e coeficiente de variação da espessura foliar de plântulas de mamona expostas a estresse salino.

Média e coeficiente de variação da espessura foliar			
Tratamento		Areia	Terra
Controle	10 dias	724,41 ± 3 %	939,74 ± 1 %
	25 dias	642,33 ± 2 %	607,99 ± 2 %
	45 dias	683,57 ± 4 %	648,56 ± 2%
KCl 2g	10 dias	1094,19 ± 2 %	1026 ± 4 %
	25 dias	695,82 ± 2 %	634,12 ± 5%
	45 dias	1020,34 ± 17 %	-----
KCl 6g	25 dias	599,58 ± 6 %	-----
	45 dias	747,60 ± 5 %	-----
KCl 10g	10 dias	562,4 ± 3 %	-----

As plantas do estresse salino apresentaram, aos 10 dias, valores da área foliar bastante reduzida, com densidade estomática elevada. Tal condição, entretanto, não se manteve ao longo do período de exposição ao estresse. Aos 25 e 45 dias de exposição estas medidas apresentavam-se próximas às do controle (Figuras 4 e 5).

Foi possível observar que, embora sob o efeito do estresse, as plântulas expostas a 2g de KCl, no substrato terra, aos 25 dias apresentaram melhor desempenho na expansão foliar, quando comparadas às plântulas de mesma concentração no substrato areia.

O mesmo ocorreu com as plântulas controle, em que as medidas variaram, aos 25 dias, de 7,9 cm² na areia a 24 cm² na terra, uma expansão três vezes maior. Nas plântulas expostas ao estresse, a diferença nas medidas entre terra e areia não foram tão marcantes quanto o controle, evidenciando o efeito do estresse na expansão foliar destas plantas.

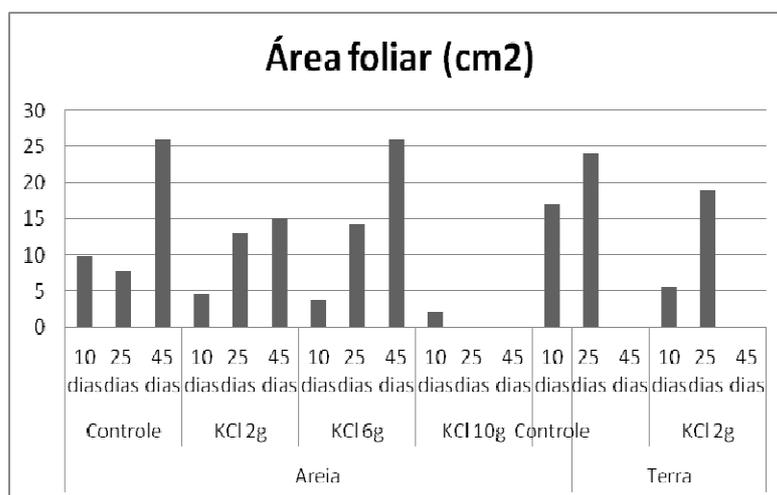


Figura 4: Área foliar de plântulas de mamona após diferentes tratamentos.

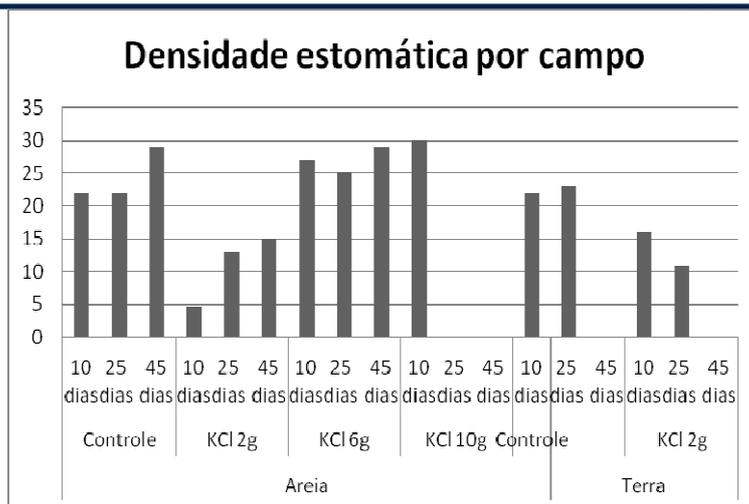


Figura 5: Densidade estomática (por campo) de plântulas de mamona após diferentes tratamentos.

A análise microscópica anatômica de cortes transversais do tecido foliar da mamoneira, cultivar Mirante 10, revela que o aspecto anatômico da lâmina foliar segue o padrão encontrado na maioria das Euforbiáceas (METCALF e CHALK, 1983). O mesofilo é heterogêneo e assimétrico. O parênquima paliçádico é constituído por uma única camada celular integrada por células cilíndricas alongadas e que correspondem a aproximadamente metade do mesofilo. A região desse parênquima, situada perto da nervura principal apresenta um número maior de camadas celulares e o comprimento de cada célula menor. Geralmente o número de camadas de células varia de oito a três, sendo a camada mais interna disposta de maneira mais oblíqua à camada mais externa. O parênquima lacunoso é mais ou menos denso e constituído por sete a dez camadas de células braciiformes. A epiderme é constituída por células que possuem paredes sinuosas relativamente finas, sendo as da face abaxial comparativamente menores que as da face adaxial (figura 6A).

A clarificação de secções foliares revela uma cutícula estriada. Os estômatos são do tipo anomocítico providos, geralmente, de quatro a sete células paraestomatais, sendo mais freqüente quatro células. Nesse último caso duas células são paralelas ao eixo maior das células oclusivas e duas outras são perpendiculares a ela (dados não mostrados).

Secções transversais do caule da planta controle revelaram estruturas anatômicas também similares à maioria das dicotiledôneas, constituído por três sistemas de tecidos, com tecido fundamental em maior abundância, circundando os tecidos vasculares (figura 6D). O caule apresenta parênquima interfascicular, também chamado de medula, que é destruído durante o desenvolvimento da planta, observado aos 25 dias após a emergência (figuras 6B e 6C). Os tecidos vasculares, xilema e floema, ocorrem em posição colateral, com o floema localizado do lado de fora do xilema. Aos 10 dias de emergência esta planta já apresentava divisões celulares com início de crescimento secundário (figura 6D).

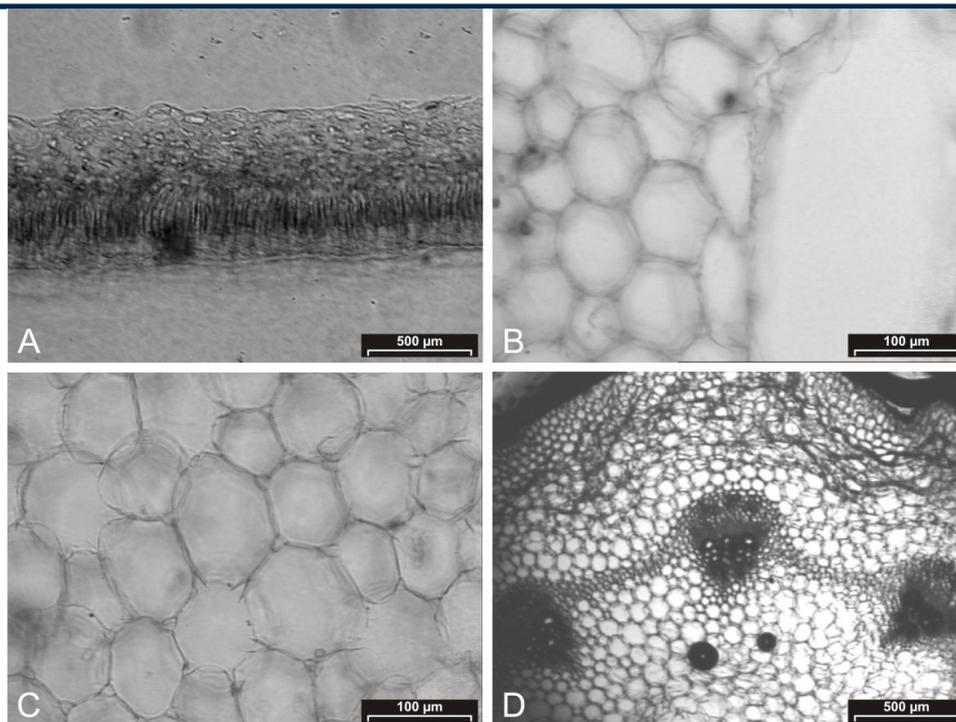


Figura 6: Anatomia de plantas controle de mamona; A – folha, B, C e D – caule.

No tratamento com 2g de KCl a principal alteração anatômica encontrada foi uma leve distorção da parede celular nas células do córtex (figura 7A), demonstrando nas demais estruturas caulinares anatomia similar ao controle, com padrões estruturais e de crescimento semelhantes a estes.

Entretanto, na concentração de 6g de KCl/kg de solo as alterações anatômicas caulinares, causadas pelo estresse salino, podem ser visualizadas pela desestruturação a parede celular do câmbio e acúmulo de cristais em drusa no citoplasma das células da medula e do córtex (figura 7C). As plantas de KCl 10g/kg apresentavam aspectos anatômicos similares às plantas deste tratamento, com marcante desestruturação celular do câmbio (figura 7B).

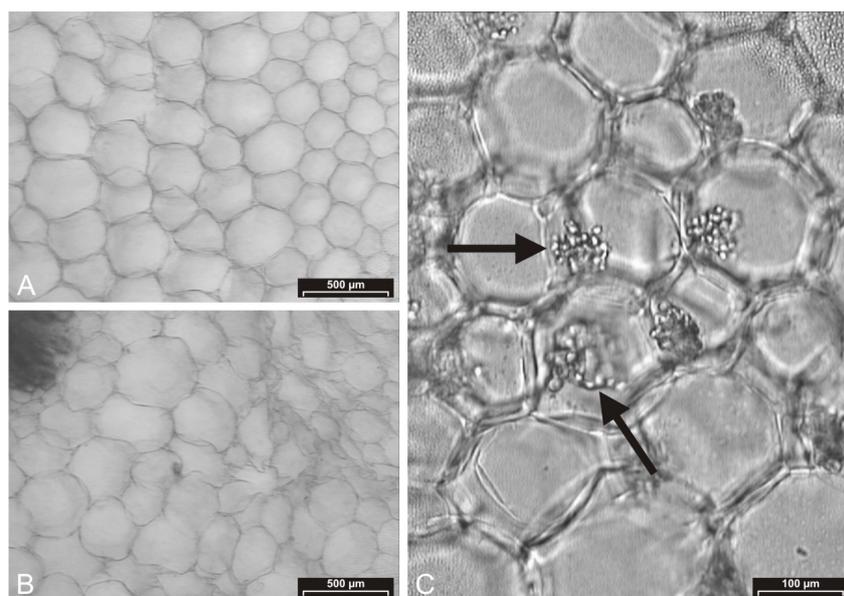


Figura 7: Anatomia do caule de plantas de mamona expostas a estresse salino. A – plantas do tratamento de 2g sal por /kg de solo; B – plantas do tratamento de 10 sal por /kg de solo; C – plantas do tratamento de 6 sal por /kg de solo (setas destacando o acúmulo de cristais em drusas nas células da medula e do córtex).

A anatomia da raiz da planta controle também demonstra aspecto comum, sendo constituída por três tecidos bem definidos: a epiderme, córtex, composto por tecido de células parenquimáticas e sistema vascular, com medula na sua porção central (figura 8A).

As principais alterações estruturais nas plantas expostas ao estresse salino são observadas nestas estruturas. Na concentração de 2g de sal, as células do córtex demonstram aspecto disforme e aparente desestruturação da epiderme, com pouca diferenciação entre as células destes tecidos. Este efeito segue ao longo do desenvolvimento da planta, acrescido pelo acúmulo de substâncias no córtex com o aumento do período de exposição (figura 8B).

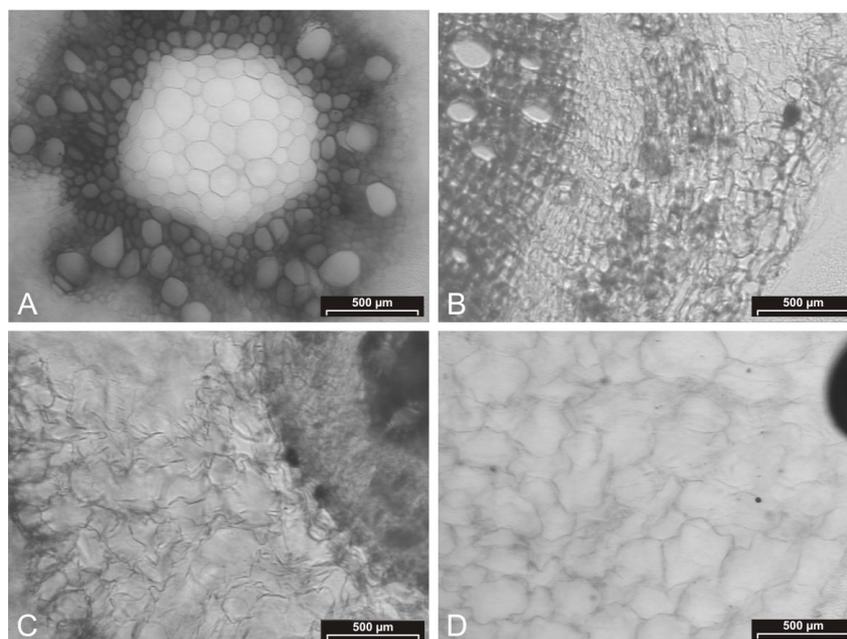


Figura 8: Anatomia de raiz de plântulas de mamona expostas a estresse salino. A – plântula controle; B – plântula de 2g de KCl/kg de solo; C – plântula de 6g de KCl /kg de solo e D – plântula de 10g de KCl/kg de solo.

Nas concentrações de 6 e 10g de sal, as plantas apresentaram aspectos similares, marcados principalmente pela degradação das células do córtex (figuras 8C e 8D). A análise microscópica da secção transversal da raiz das plantas deste tratamento, bem como das demais plantas estressadas pela salinidade, revelaram um aspecto de redução do parênquima interfascicular e, em algumas plantas, diminuição da espessura do tecido vascular.

No entanto, o início do crescimento secundário não foi afetado pelo estresse salino, observado em estágio equiparável ao controle em todos os períodos analisados (figura 9). A mamoneira apresenta início de divisão celular para crescimento secundário aos 10 dias após a emergência em células do caule (figura 9C).

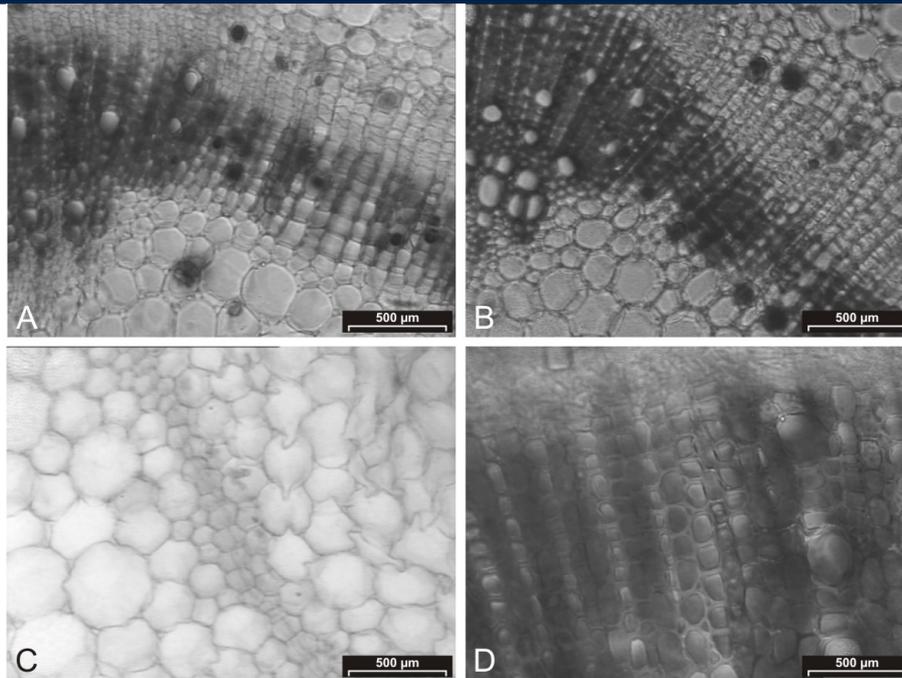


Figura 9: Anatomia de caule de plântulas de mamona evidenciando o crescimento secundário. A – plântula controle com 45 dias de emergência; B – plântulas de KCl 2g/kg de solo com 45 dias de emergência; C - plântulas de KCl 2g/kg de solo com 10 dias de emergência e D - plântulas de KCl 6g/kg de solo com 45 dias de emergência.

4. DISCUSSÃO

O aumento da concentração de sal na mistura do substrato areia não apresentou efeitos significativos no processo germinativo, avaliado pelo percentual e pelo número de dias para a emergência. Em geral, a germinação de sementes se inicia com a absorção de água, caracterizando a embebição, ocorrendo com esse fenômeno à hidrólise de macromoléculas para a nutrição do embrião (SAMPAIO, 1998). Como os tratamentos testados não afetaram a variável germinação no substrato areia, mesmo no tratamento salino com a maior concentração de KCl, provavelmente a embebição e a hidrólise das substâncias de reserva das sementes de mamona não foram afetadas.

A influência significativa da salinidade na terra tanto no percentual germinativo como no número de dias para a germinação, pode estar relacionado à redução do potencial osmótico da solução do solo, causado pelo aumento da concentração de sais solúveis; isto resulta em diminuição da absorção de água pela semente e, em conseqüência, contribui para decréscimo da percentagem de germinação, além do atraso nos dias para germinar (RHOADES e LOVEDAY, 1990). Os efeitos dos sais sobre o solo também podem ocorrer pela interação eletroquímica existente entre os sais e a argila reduzindo o tamanho dos poros e modificando a estrutura do solo, o que afeta significativamente suas propriedades físicas (LIMA, 1997). LIMA *et al.*, (2006), em experimento com aplicação de fertilizante à mistura do solo, constatou que o aumento de solutos na porção do solo em contato direto com as sementes influenciou negativamente a germinação das sementes de mamona. E quando estes eram aplicados a uma distância de 5 cm, mesmo na maior concentração, não impediu que a germinação acontecesse, evidenciando a interação dos sais com o solo, o que pode ter ocorrido pela alteração das suas propriedades físicas e resultado na diminuição da disponibilidade de água para absorção pela semente.

Os dados de altura da planta e percentual de matéria seca da mamoneira demonstraram que esta espécie foi resistente à condição imposta neste experimento, com comportamento diferente de diversas espécies, que tiveram seu crescimento e acúmulo de biomassa prejudicados pela salinidade, como na leguminosa caupi (*Vigna unguiculata*) estudado por DANTAS *et al.*, (2002), por OLIVEIRA *et al.* (2007) em tomateiro e em bananeira por MARINHO *et al.*, (1998).

A redução da biomassa das plantas, quando submetidas ao estresse salino, tem respaldo científico em diversos trabalhos que referenciam que o teor relativo de água nas folhas de plantas expostas a salinidade permanece quase inalterado, indicando um eficiente mecanismo protetor acoplado ao fechamento dos estômatos (COSTA, 1999). Este fenômeno, que previne a perda de água pela redução da transpiração e, ao mesmo tempo, mantém o teor relativo de água a nível similar ao das plantas sob condições não salinas ocorre a expensas do suprimento de CO₂ para a fotossíntese, diminuindo a produção de biomassa (FERRARIO *et al.*, 1998; FOYER *et al.*, 1998).

Reduções na área foliar por efeito do aumento da salinidade na mistura do solo também se relacionam com um possível mecanismo endógeno de controle que a planta desenvolve em condições de estresse, para diminuir a transpiração (SILVA *et al.*, 2005). A redução da área foliar decorre, provavelmente, da diminuição do volume de células que, segundo experimentos realizados por Souza (1995), reduz a atividade fotossintética, o que contribui, de certo modo, para adaptação das culturas à salinidade.

A variação de desenvolvimento foliar nos substratos terra e areia pode estar relacionada às diferenças de constituição química de cada um, mais especificamente com relação à presença de minerais. Diferenças no desenvolvimento de plantas germinadas em terra e areia também foram encontradas por Lopes *et al.* (2007), em experimento com a oleaginosa *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindacea) e por Cavalcante (2004) com açaizeiro.

Quanto aos danos encontrados nas folhas, segundo Malavolta *et al.* (1997), o conteúdo de cloreto na planta é acompanhado pela aplicação de elevadas doses de KCl no solo, conduzindo a uma clorose e necrose das folhas. Isto porque o cloro não entra na constituição de compostos orgânicos, sendo necessário para a fotólise da água, durante a fotossíntese e transporte eletrônico, que leva à redução de oxidantes deletérios produzidos fotoquimicamente. O mesmo autor afirma que o excesso de cloro provoca necrose das margens, amarelecimento prematuro e abscisão das folhas, quanto aos sintomas de excesso de potássio podem caracterizar-se por deficiência de magnésio induzida.

Resultados semelhantes aos dos aspectos anatômicos de raiz e caule encontrados neste experimento foram obtidos por BORGES *et al.* (2004), com plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.) em cultivo hidropônico com concentração de KClO₃. Os efeitos do cloreto sobre a anatomia destas plantas provocaram danos severos nas estruturas e organização das células dos tecidos de raiz em comparação com as plantas controle. Segundo os autores, os danos observados nestas células pode ser resultado da conversão do cloreto em clorito e em hipoclorito, causando efeitos iônicos diretos nas membranas destas células.

Apesar das alterações anatômicas no caule e raiz das plantas expostas à concentração de 2g e 6g de sal na mistura de solo, a morfologia da planta não foi comprometida pelo estresse, comprovado principalmente pelos valores de acúmulo de matéria seca, área foliar e crescimento secundário. Tais alterações permitiram o estabelecimento da planta a essa condição edáfica ou não acarretaram em prejuízo perceptível pela abordagem empregada neste trabalho.

5. CONCLUSÃO

- A presença de sal na mistura dos substratos testados influenciou a emergência e estabelecimento das plântulas de mamona;
- A morfologia das plantas emergidas nas concentrações de 2g e 6g de KCl por kg de solo no substrato areia não foi afetada negativamente pelo estresse salino, que apresentou-se similar à das plantas do tratamento controle;
- As plantas emergidas no substrato areia misturado com KCl na proporção de 10g/kg de solo apresentaram sintomatologia de toxidez caracterizada por ressecamento de suas bordas foliares;
- A análise da anatomia das plântulas expostas ao estresse revelou alterações nas estruturas da parede celular das células componentes de tecidos do caule e raiz, não comprometendo, entretanto o crescimento secundário nas concentrações de 2 e 6g/kg de solo;

- Na concentração de 6 e 10g de sal por kg de areia a análise da anatomia caulinar revelou acúmulo de cristais em drusas nas células de medula e córtex, possivelmente causado pelo estresse salino, não impedindo, entretanto o estabelecimento das plantas expostas à concentração de 6g/kg que resistiram com morfologia intacta até o final do experimento.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o Laboratório de Ultraestrutura Celular Carlos Alberto Redins (LUCCAR) da UFES e ao edital MCT/FINEP/CT-INFRA – PROINFRA 01/2006 pelo suporte técnico nos experimentos de microscopia, em especial Christine Facco.

7. REFERÊNCIAS

BARROS, G.J.; GUERRA, H.O.C.; LACERDA, R.D.; FARIAS, M.L.; CAVALCANTI, A.D.B. Análise do crescimento da mamoneira submetida ao estresse hídrico. Anais do I Congresso Brasileiro de Mamona, Campina Grande-PB, 2004.

BORGES, R.; MIGUEL, E.C.; DIAS, J.M.R.; CUNHA, M.; SMITH, R.E.B.; OLIVEIRA, J.G.; SOUZA, G.A.F. Ultrastructural, physiological and Biochemical analyse of chlorate tixicity on rice seedlings. Plant Science, p. 1057-1062, 2004.

CAVALCANTE, F.S., A Importância da Mamona para a Agricultura Familiar no Estado da Paraíba. Revista eletrônica de ciências. 27: 2004.

CAVALCANTE, J. A. Avaliação de diferentes substratos na germinação e no desenvolvimento vegetativo do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) Arecaceae. Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emilio Goeldi. (Dissertação de Mestrado) 50p. 2004.

COSTA, R.C.L. Assimilação de nitrogênio e ajustamento osmótico em plantas noduladas de feijão-de-corda, submetidas ao estresse hídrico. Fortaleza: UFC, Tese Doutorado. 225p., 1999.

DANTAS, J.P.; MARINHO, F.J.L.; FERREIRA, M.M.M.; AMORIM, M.S.N.; ANDRADE, S.I.O.; SALES, A.L., Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.3, Campina Grande, PB, DEAg/UFCEG p.425-430, 2002.

FERRARIO, S.; VALADIER, M.; FOYER, C.H. Over-expression of nitrate reductase in tobacco delays drought-induced decreases in nitrate reductase activity and mRNA. Plant Physiology, Rockville, v.117, p.293-302, 1998.

FOYER, C.H.; VALADIER, M.; MIGGE, A.; BECKER, T.W. Droughtinduced effects on nitrate reductase activity and mRNA and on coordination of nitrogen and carbon in maize leaves. Plant Physiology, Rockville, v.117, p.283-292, 1998.

IZZO, R. NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in Maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. Journal of Plant Nutrition, v.14, p.687-699, 1991.

LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos, Rima, 531p., 2000.

LIMA, C.P.; FERNANDES, D.M.; KIIHL, T.A.M.; BACKES, C.; GODOY, J.G. Influência da salinidade do solo na germinação e no desenvolvimento inicial da mamona, Anais do II Congresso Brasileiro de Mamona, Aracaju-SE, 2006.

- LIMA, L. A., Efeitos de sais no solo e na planta. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada, Campina Grande: UFPB, pg. 113 – 133, 1997.
- LOPES, I.L.M.; JARDIM, M.A.G.; MEDEIROS, T.D.S. Germinação de sementes e desenvolvimento morfológico de plantas oleaginosas: 2. Entada *Polystachya* (L.) DC. (Mimosaceae), Rev. Bras. de Farmácia, 88(4), 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. E OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos, 308p., 1997.
- MARINHO, F. J. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R., Desenvolvimento inicial do abacaxizeiro, cv. smooth cayenne, sob diferentes condições de salinidade da água, R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.2, p.1-5, 1998.
- METCALFE, C.R., CHALK, L. Anatomy of the dicotyledons. Oxford: Caredon Press,. v.1, p.349-358, 1983.
- OLIVEIRA, B.C.; CARDOSO, M.A.A.; OLIVEIRA, J.C.; OLIVEIRA, F.A.; CAVALCANTE, L.F., Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v.11, n.1, p.11–16, 2007.
- PINTO, C.M. Respostas morfológicas e fisiológicas do amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica, Fortaleza-CE, Universidade Federal do Ceará (Dissertação de Mestrado), 2006.
- RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (Ed.). Irrigation of agricultural crops. Madison : American Society of Agronomy, p. 1089-1157, 1990.
- SAMPAIO, E.S. Fisiologia Vegetal: teoria e experimentos. Ponta Grossa. UEPG, 190p., 1998.
- SILVA, M.A.G.; BOARETTO, A.E.; FERNANDES, H.G.; SCIVITTARO, W.B. Efeito do cloreto de potássio na salinidade de um solo cultivado com pimentão, *Capsicum annuum* L., em ambiente protegido. Acta Acientiarum, Maringá v. 23, n5, p. 1085- 1089, 2001.
- SILVA, M.S.S.; ALVES, A.N.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; SOARES, F.A.L. Germinação e crescimento inicial de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, p.347-352, 2005.
- SOUZA, M.R. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. Cv. Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Campina Grande: UFPB. Dissertação Mestrado, 94p., 1995.